

Российская Академия Наук

ТРУДЫ

Кольского научного центра РАН



6/2021 (12)

**ПРИКЛАДНАЯ
ЭКОЛОГИЯ СЕВЕРА**

выпуск 9

Апатиты
2021

0+

6/2021(12)
издается с декабря 2010 г.

УДК 574(470.21)
ISSN 2307-5252

Российская Академия Наук

0+

ТРУДЫ

Кольского научного центра

ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ СЕВЕРА

выпуск 9

Научно-информационный журнал

Основан в 2010 году
Выходит 11 раз в год

Учредитель — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»

Свидетельство о регистрации СМИ

ПИ № ФС77-58457 от 25.06.2014

выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Главный редактор, председатель Редакционного совета

С. В. Кривовичев, чл.-корр. РАН, д. г.-м. н., проф.

Заместитель главного редактора

В. К. Жиров, чл.-корр.

Редакционный совет:

академик Г. Г. Матишов,
чл. - корр. А. И. Николаев,
д. э. н. Ф. Д. Ларичкин,
д. ф. - м. н. Е. Д. Терещенко,
к. т. н. А. С. Карпов (отв. секретарь)

Редколлегия серии

«Прикладная экология Севера»:
д. т. н. В. А. Маслобоев (отв. редактор),
к. б. н. Е. А. Боровичев (зам. отв. редактора),
к. б. н. О. И. Вандыш,
д. г. н. В. А. Даувальтер,
к. б. н. Д. А. Давыдов,
к. б. н. Д. Б. Денисов,
к. б. н. И. В. Зенкова,
к. с.-х. н. Л. Г. Исаева,
к. э. н. Е. М. Ключникова,
к. б. н. М. В. Корнейкова,
к. б. н. Н. Е. Королева,
д. т. н. Д. В. Макаров,
к. б. н. П. М. Терентьев

Научное издание

Ответственные за выпуск:
к. б. н. Е. А. Боровичев, к. б. н. Д. А. Давыдов
Технический редактор: В. Ю. Жиганов
Редактор Е. Н. Еремеева
Подписано к печати 15.11.2021.
Дата выхода в свет 31.12.2021.
Формат бумаги 70×108 1/16.
Усл. печ. л. 29.93. Заказ № 39. Тираж 300 экз.
Свободная цена.

Адрес учредителя, издателя и типографии:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Кольский научный центр РАН»
184209, г. Апатиты, Мурманская обл.,
ул. Ферсмана, 14
Тел.: (81555) 7-53-50; 79-5-95, факс: (81555) 76425
E-mail: ksc@ksc.ru. www.ksc.ru

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	11
Лавриненко И. А. Классификация местообитаний восточноевропейских тундр.....	13
Иванова К. В., Тюсов Г. А. Растительность как основа диагностики и картографирования местообитаний восточноевропейских тундр.....	19
Королева Н. Е., Данилова А. Д., Копейна Е. И. Предварительный хорологический анализ флоры сосудистых растений горно-тундрового пояса и пояса гольцовых пустынь Хибинских гор (Мурманская область).....	26
Лавриненко О. В., Дьячкова Т. В. Водная и прибрежно-водная растительность эстуария реки Печоры и водоемов прилегающих тундр.....	35
Любезнова Н. В. Сопряженная встречаемость видов в сообществе горно-тундрового пояса Хибинских гор (Мурманская область).....	45
Ставрова Н. И., Горшков В. В., Катютин П. Н. Разнообразие размерной структуры средневозрастных сосновых (<i>Pinus sylvestris</i> L.) древостоев в условиях северной тайги (Мурманская область).....	51
Сибгатуллин Р. З. Заращение вырубок разного возраста в Висимском заповеднике (Свердловская область).....	57
Браславская Т. Ю. Динамика ценопопуляций ели и березы как основа устойчивости старовозрастных северотаежных ельников.....	63
Давыдов Д. А. Новые виды цианопрокариот во флоре Полярного Урала.....	69
Андреева Е. Н. Распространение редко встречающихся и охраняемых видов печеночников и мхов в низовьях горных рек Западного Кавказа.....	75
Другова Т. П. Род <i>Schistidium</i> в гербариях КРАБГ и INEP (Мурманская область).....	89
Другова Т. П. Род <i>Kiaeria</i> в гербарии КРАБГ (Мурманская область).....	105
Румянцева А. В., Михеева Д. Д., Афонин Д. А. Популяции <i>Neckera pennata</i> Hedw. в окрестностях Череповецкого промышленного комплекса, их динамика и лимитирующие факторы произрастания.....	113

Фадеева М. А., Кравченко А. В.	Заметки о лишенобиоте некоторых островов в Онежской губе Белого моря (Республика Карелия).....	120
Крицкая Т. А., Кашин А. С.	Генетическое разнообразие <i>Tulipa suaveolens</i> Roth в России и на прилегающей территории	125
Олонова М. В., Soreng R. J.	Ботанико-географическое исследование <i>Poa glauca</i> Vahl (<i>Poaceae</i>).....	130
Переясловец Т. С., Звягина Е. А., Байкалова А. С.	Аннотированный список заносных видов заповедника «Юганский» (Западная Сибирь)....	135
Кравченко А. В.	О флоре федерального природного заказника «Олонецкий» (Республика Карелия).....	141
Троева Е. И., Иванова Е. И., Софронов Р. Р., Габышев В. А., Егорова А. А., Сосина Н. К., Софронова Е. В., Порядина Л. Н., Коробкова Т. С., Николин Е. Г., Копырина Л. И., Иванова А. П., Чикидов И. И., Ефимова А. П., Исакова В. Г., Данилова Н. С., Сабарайкина С. М., Кузнецова Л. В., Постникова Е. П.	Перспективы участия ботанических коллекций Института биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук в международных базах данных.....	147
Емельянова О. Ю.	Научные и практические аспекты использования генетической коллекции дендрария Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (Орловская область).....	157
Мифтахова С. Р., Чухина И. Г.	База данных «Дикие родичи культурных растений России»: актуализация информации и разработка онлайн-формата...	163
Н. В. Зануздаева, М. Е. Каримова	Влияние изменений климата на феноявления в Лапландском государственном заповеднике (Мурманская область).....	169
Шмакова Н. Ю., Марковская Е. Ф.	Эколого-физиологическая характеристика сосудистых растений арктических тундр Западного Шпицбергена.....	175
Ермолаева О. В. Шмакова Н. Ю.	Фотосинтетическая активность <i>Polytrichum commune</i> Hedw. (<i>Polytrichaceae</i> , <i>Bryophyta</i>) в условиях Хибинских гор.....	181

Салтан Н. В., Святковская Е. А.	Изменение фотосинтетической активности <i>Sorbus gorodkovii</i> Pojark. в зоне воздействия железных дорог.....	186
Платова Н. Г.	Влияние низкотемпературного хранения семян салата посевного <i>Lactuca sativa</i> L. на всхожесть и хромосомные аберрации в корневой меристеме проростков.....	191
Клемешова К. В., Габуева Т. Ю.	Ассимиляционный аппарат <i>Chrysanthemum</i> × <i>Hortorum</i> Bailey в условиях влажных субтропиков России.....	196
Иванова О. А., Платова Н. Г., Толочек Р. В., Шуршаков В. А. Виравчева Л. Л.	Дозиметрическое сопровождение биологических экспериментов на примере семян салата при экспонировании на биоспутнике «БИОН-М» № 1.....	201
Носатенко О. Ю., Виравчева Л. Л.	Сохранение и изучение интродуцированных травянистых многолетников в Полярно- альпийском ботаническом саду.....	206
Носатенко О. Ю., Виравчева Л. Л.	Интродукция видов рода <i>Incarvillea</i> Juss. в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте имени Н. А. Аврорина.....	213
Святковская Е. А., Салтан Н. В., Уманец М. С.	Сортоиспытание однолетних цветочных растений в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте.....	217
Тростенюк Н. Н., Носатенко О. Ю.	Развитие семенного питомника в Полярно- альпийском ботаническом саду-институте.....	222
Уманец М. С., Донских Н. А.	Отечественные и зарубежные сорта клевера лугового (<i>Trifolium pratense</i> L.) при выращивании на семенные цели.....	227
Шушпанникова Г. С., Пахтусова О. В.	Состояние <i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch при интродукции в ботаническом саду Сыктывкарского университета.....	232
Цицилин А. Н., Фатеева Т. В.	Садовая терапия в ботаническом саду ВИЛАР: использование, возможности и проблемы.....	237
Максимов Ю. И., Сидоренко В. Н., Кривичев А. И.	Статистическое изучение динамики лесного фонда Мурманской области в длительной ретроспективе.....	243
Кашулина Г. М.	Обзор современных почвенных исследований в Полярно-альпийском ботаническом саду.....	252
Лянгузова И. В.	Тяжелые металлы в лесных почвах Кольского полуострова.....	259
Штабровская И. М., Зенкова И. В.	Годовая динамика температуры в почвенном покрове гольцовых пустынь Хибин (Мурманская область).....	264
Кашулина Г. М., Литвинова Т. И., Коробейникова Н. М.	Почвы юго-западного побережья острова Западный Шпицберген.....	271

Иванова Н. С., Кашулина Г. М., Литвинова Т. И.	Скорость трансформации растительных остатков в серогумусовых почвах юго-западного побережья острова Западный Шпицберген.....	276
Литвинова Т. И., Кашулина Г. М.	Распределение температурных показателей по профилю серогумусовой почвы, остров Западный Шпицберген.....	281
Чуева Н. В., Кашулина Г. М., Коробейникова Н. М.	Агрохимические свойства почв коллекционных питомников Полярно-альпийского ботанического сада.....	287
Калюжный И. Л. Катаев Г. Д., Ердаков Л. Н.	Испарение с болот Кольского полуострова..... Пространственно-временной мониторинг популяций мелких млекопитающих <i>Microtamnia</i> в условиях горного ландшафта (Лапландский заповедник, Мурманская область).....	292 305
Рак Н. С., Литвинова С. В.	Биологическая характеристика хибинской популяции <i>Coccinella septempunctata</i> L. (Coleoptera, Coccinellidae).....	322
Литвинова С. В., Рак Н. С.	Природные афидофаги в агроценозах дендрологических коллекций Полярно-альпийского ботанического сада-института.....	328
Ильченко В. Л.	Построение моделей тектонического расслоения пород внешней земной оболочки по данным геофизического исследования скважин (ГИС) и в полевых условиях.....	334

6/2021(12)

Published since 2010

UDC 574(470.21)
ISSN 2307-5252

Russian Academy of Sciences

0+

TRANSACTIONS

Kola Science Centre

Editor-in-Chief: S. V. Krivovichev,
Corr. Member of the RAS, Prof.

Deputy Editor-in-Chief:
V. K. Zhirov, Corr. Member of RAS

Editorial Council:

G. G. Matishov, Acad. of RAS,
A. I. Nikolaev, Corr. Member of RAS,
F. D. Larichkin, Dr. Sc. (Economics),
E. D. Tereshchenko, Dr. Sc.
(Physics and Mathematics),
A. S. Karpov PhD (Engineering) –
Executive Secretary

APPLIED ECOLOGY OF THE NORTH

Series 9

Editorial Board

of «Applied Ecology of the North» Series:

V. A. Masloboev, Dr. Sc. (Engineering),
Editor-in-Chief,
E. A. Borovichev, PhD (Biology),
Deputy Editor-in-Chief,
O. I. Vandysh, PhD (Biology),
V. A. Dauvalter, PhD (Geographic),
D. A. Davydov, PhD (Biology),
D. B. Denisov, PhD (Biology),
I. V. Zenkova, PhD (Biology),
L. G. Isaeva, PhD (Agriculture),
E. M. Klyuchnikova, PhD (Economics),
M. V. Korneykova, PhD (Biology),
N. E. Koroleva, PhD (Biology),
D. V. Makarov, Dr. Sc. (Engineering),
P. M. Terentjev, PhD (Biology)

Editor-in-Chief of the Issue:

E. A. Borovichev, PhD (Biology),
D. A. Davydov, PhD (Biology)

14, Fersman str., Apatity, Murmansk region, 184209, Russia
Tel.: (81555) 79380. Fax: (81555) 76425
E-mail: ksc@ksc.ru. www.ksc.ru

© Institute of North Industrial Ecology Problems
of the Kola Science Centre of RAS, 2021
© Kola Science Centre of Russian Academy of Sciences, 2021

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	11
Lavrinenko I. A. Habitat classification of East-European tundra...	13
Ivanova K. V., Tyusov G. A. Vegetation as a base for diagnostics and mapping of East-European tundra habitats	19
Koroleva N. E., Danilova A.D., Kopeina E. I. Preliminary chorological analysis of vascular plants flora in mountain tundra and Arctic mountain deserts in Khibiny Mountains (Murmansk Region).....	26
Lavrinenko O. V., D'yachkova T. V. Aquatic and semi-aquatic vegetation of the Pechora River estuary and water bodies of the surrounding tundra.....	35
Lyubeznova N. V. Conjugate occurrence of species in the community of the mountain-tundra belt in Khibiny Mountains (Murmansk Region).....	45
Stavrova N. I., Gorshkov V. V., Katyutin P. N. Variety of size structure of middle-aged pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) stands in the northern taiga (Murmansk Region).....	51
Sibgatullin R. Z. Reforestation of forest cuts of different ages in Visimskiy Federal Biosphere Reserve (Sverdlovsk Region).....	57
Braslavskaya T. Yu. Dynamics of spruce and birch populations as a base for stability of north-taiga old-growth spruce forests.....	63
Davydov D. A. New cyanobacterial species in the flora of the Polar Urals.....	69
Andrejeva E. N. Anthropogenic dynamics of rare and protected species of liverworts and mosses in the lower reaches of mountain rivers of the Western Caucasus.....	75
Drugova T. P. Genus <i>Schistidium</i> in KPABG and INEP herbaria (Murmansk Region).....	89
Drugova T. P. Genus <i>Kiaeria</i> in herbarium KPABG (Murmansk Region).....	105
Rumyantseva A. V., Mikheeva D. D., Afonin D. A. Characteristic, dynamics and limiting factors of growth of <i>Neckera pennata</i> Hedw. in the vicinity of the Cherepovets industrial complex....	113
Fadeeva M. A., Kravchenko A. V. Notes on lichens on some islands in Onega Bay of the White Sea (Republic of Karelia).....	120
Kritskaya T. A., Kashin A. S. Genetic diversity of <i>Tulipa suaveolens</i> Roth in Russia and adjacent territories.....	125

Olonova M. V., Soreng R. J.	Botanico-geographycal research of <i>Poa glauca</i> Vahl (<i>Poaceae</i>).....	130
Pereyaslovets T. S., Zvyagina E. A., Baykalova A. S. Kravchenko A. V.	Annotated list of non-native plants of the Yuganskiy Nature Reserve (Western Siberia).....	135
Troeva E. I., Ivanova E. I., Sofronov R. R., Gabyshv V. A., Egorova A. A., Sosina N. K., Sofronova E. V., Poryadina L. N., Korobkova T. S., Nikolin E. G., Kopyrina L. I., Ivanova A. P., Chikidov I. I., Efimova A. P., Isakova V. G., Danilova N. S., Sabaraikina S. M., Kuznetsova L. V., Postnikova E. P. Emelyanova O.Yu.	On vascular flora of the Olonetsky Federal Nature Reserve (Republic of Karelia)..... Outlook of Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences contribution in the form of botanical data to international databases.....	141 147
Miftakhova S. R., Chukhina I. G.	Scientific and practical aspects of using the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding arboretum genetic collection (Oryol Region).....	157
Zanuzdaeva N. V., Karimova M. E.	The database "Crop Wild Relatives of Russia": information update and development of the online format.....	163
Shmakova N. Yu., Markovskaya E. F. Ermolaeva O. V., Shmakova N. Yu.	Impact of climate change on phenological parameters (Lapland State Nature Reserve, Murmansk Region)..... Eco-physiological features of vascular plants in the Arctic tundra of Spitsbergen..... Photosynthetic activity of <i>Polytrichum commune</i> Hedw. (<i>Polytrichaceae</i> , <i>Bryophyta</i>) in the Khibiny Mountains.....	169 175 181
Saltan N. V., Sviatkovskaya E. A.	Changes in the photosynthetic activity of <i>Sorbus gorodkovii</i> Pojark. in the railway impact zone.....	186

Platova N. G.	Influence of low-temperature storage of lettuce seeds <i>Lactuca sativa</i> L. on germinating ability and chromosome aberration in seedling root meristem	191
Klemeshova K. V., Gabueva T. Y.	Assimilation apparatus of <i>Chrysanthemum</i> × <i>Hortorum</i> Bailey in Russian wet subtropics.....	196
Ivanova O. A., Platova N. G., Tolochek R. V., Shurshakov V. A. Viracheva L. L.	Dosimetric support of biological experiments on an example of lettuce seeds exposed on Bion-M1 biological satellite.....	201
	Conservation and study of introduced herbal perennials in the Polar-Alpine Botanical Garden	206
Nosatenko O. Yu., Viracheva L. L.	Introduction studies of species of the genus <i>Incarvillea</i> Juss. in the Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute.....	213
Sviatkovskaya E. A., Saltan N. V., Umanets M. S.	Variety testing of annual flower plants in the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute....	217
Trostenuyk N. N., Nosatenko O. Yu. Umanets M. S., Donskikh N. A.	Development of the seed nursery in the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute.... Domestic and foreign varieties of meadow clover (<i>Trifolium pratense</i> L.) when growing for seed purposes.....	222 227
Shushpannikova G. S., Pakhtusova O. V.	The state of <i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch when introduced in the botanical garden of Syktyvkar University.....	232
Tsitsilin A. N., Fateeva T. V.	Garden therapy in VILAR botanical garden: uses, prospects and challenges.....	237
Maksimov Y. I., Sidorenko V. N., Krivichev A. I.	Dynamic of the Murmansk Oblast forest fund in a longer time-frame: statistic review.....	243
Kashulina G. M.	Overview of recent soil investigations in the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute.....	252
Lyanguzova I. V.	Heavy metals in the forest soils of the Kola Peninsula.....	259
Shtabrovskaya I. M., Zenkova I. V.	Annual dynamics of temperature in the soil of the Mountain Arctic (goltsovy) deserts belt in Khibiny Mountains (Murmansk Region)	264
Kashulina G. M., Litvinova T. I., Korobeynikova N. M.	Soils of southwest coast of West Spitsbergen Island.....	271
Ivanova N. S., Kashulina G. M., Litvinova T. I.	Rate of transformation of plants residues in the umbrisoil of the Southwestern coast of Svalbard.....	276
Litvinova T. I., Kashulina G. M.	Temperature regime of umbrisol, Western Spitsbergen.....	281

Chueva N. V., Kashulina G. M., Korobeynikova N. M.	Agrochemical properties of soil of the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute....	287
Kalyuzhny I. L.	Evaporation from the mires of the Kola Peninsula	292
Kataev G. D., Erdakov L. N.	Spatio-temporal monitoring of small mammals populations (Micromammalia) in the mountain landscape (Lapland State Nature Reserve, Murmansk Region).....	305
Rak N. S., Litvinova S. V.	Biological characteristics of the Khibiny population of <i>Coccinella septempunctata</i> L. (Coleoptera, Coccinellidae).....	322
Litvinova S. V., Rak N. S.	Natural aphidophages in agrocenoses of dendrological collections of the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute.....	328
Il'chenko V. L.	Construction of models of tectonic layering of rocks of the outer earth's shell according to geophysical survey of wells (GSW) and in the field.....	334

ПРЕДИСЛОВИЕ

Девятый выпуск «Трудов Кольского научного центра РАН» серии «Прикладная экология Севера» в основном включает статьи, представленные по материалам докладов научной конференции «Актуальные вопросы изучения и сохранения растительного мира Арктики и горных районов», проходившей с 23 по 27 августа 2021 г. в Кольском научном центре. Конференция была посвящена 90-летию Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н. А. Аврорина (ПАБСИ). Для участия зарегистрировались более 110 исследователей из двадцати двух регионов России — республик Карелия, Коми и Якутия, Краснодарского, Красноярского, Приморского и Хабаровского краев, Волгоградской, Вологодской, Иркутской, Калужской, Мурманской, Нижегородской, Омской, Орловской, Самарской, Саратовской, Свердловской и Томской областей, Ханты-Мансийского автономного округа, Москвы и Санкт-Петербурга.

Конференция прошла в смешанном формате — были сделаны очные и онлайн-доклады, и за пять дней работы были заслушаны и обсуждены девять пленарных, 53 устных и восемь стендовых докладов. Их тематика охватила разные сферы научных ботанических исследований, в том числе изучение растительного покрова, флоры криптогамных организмов и растений, перспективы и проблемы развития фундаментальных и прикладных исследований, вопросы, касающиеся изменений климата и влияния связанных с ними процессов на арктические и горные экосистемы. Секционная работа распределилась по следующим направлениям: «Естественные и антропогенно-преобразованные почвы северных регионов: процессы, свойства, география; рекультивация нарушенных территорий» (семь докладов); «Интродукция растений, вопросы борьбы с вредителями и болезнями растений» (пять докладов); «Разнообразие, структура, вопросы классификации и картирования растительности» (двенадцать докладов); «Вопросы популяционной биологии и биоиндикации» (семь докладов); «Эколого-физиологические и биохимические основы адаптации растений» (пять докладов); «Практические аспекты применения ботанических коллекций: научное просвещение, фитореабилитация, садовая и экологическая терапия, ландшафтный дизайн, электронные базы данных» (семь докладов); «Инвентаризация видового состава фототрофной биоты» (четырнадцать докладов).

Помимо этого, в выпуск включены статьи, поступившие в журнал в плановом порядке. Номер открывают геоботанические работы, посвященные вопросам классификации местообитаний, диагностики и картографирования растительности восточноевропейских тундр, водной и прибрежно-водной растительности. Насыщенным получился флористический блок, включающий статьи по хорологическому анализу флоры сосудистых растений самых высоких растительных поясов Хибин, сопряженной встречаемости видов, изучению локальных флор и их отдельных компонентов (лишайников, цианопрокариот и сосудистых растений). Лесное направление представлено результатами изучения размерной структуры средневозрастных древостоев северной тайги, динамики ценопопуляций ели и березы в старовозрастных северотаежных ельниках и зарастания вырубок разного возраста, динамики и лимитирующих факторов произрастания популяции краснокнижного мха *Neckera pennata* в промышленном

районе. Отдельная статья содержит статистический анализ динамики лесного фонда Мурманской области в длительной ретроспективе. Таксономические исследования представлены статьями-обзорами по родам *Schistidium* и *Kiaeria* в гербариях Мурманской области, анализом генетической изменчивости популяций тюльпана душистого и ботанико-географическим исследованием *Poa glauca*. Три работы посвящены базам данных и проблемам использования коллекций. К экспериментальному блоку относятся статьи по фенологическим, эколого-физиологическим и радиологическим исследованиям. Шесть статей по интродукционным исследованиям включают анализ многолетнего опыта и итогов интродукции отдельных видов растений в Полярно-альпийском ботаническом саду и обзор сортов, выращиваемых для семенных целей. К этому блоку примыкает статья о развитии садовой терапии в ботаническом саду ВИЛАР. Почвенная тематика представлена семью статьями. Это обзор исследований в Полярно-альпийском ботаническом саду, анализ особенностей почв Шпицбергена и коллекционных питомников ПАБСИ, исследование годовой динамики температуры в почвах гольцовых пустынь Хибин и результаты изучения тяжелых металлов в лесных почвах Мурманской области. Одна статья рассматривает особенности испарения влаги болотными экосистемами Кольского полуострова в зависимости от их структуры. Тремя статьями представлено зоологическое направление, среди них результаты энтомологических исследований по разработке биологических средств защиты растений и итоги многолетнего пространственно-временного мониторинга популяций мелких млекопитающих в Лапландском заповеднике.

В заключение благодарим рецензентов статей, проделавших большую работу: О. А. Белкину, Е. А. Боровичёва, А. А. Вильнет, Д. А. Давыдова, Т. П. Другову, И. В. Зенкову, Л. Г. Исаеву, М. Н. Кожина, Н. А. Константинову, Н. Е. Королеву, Т. А. Сухареву, Н. Ю. Шмакову.

Научная статья
УДК 581.52(470.111)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.001

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕСТООБИТАНИЙ ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИХ ТУНДР

Игорь Анатольевич Лавриненко

*Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук,
Санкт-Петербург, Россия; lavrinenko@mail.ru*

Аннотация

Мелкоконтурность и мозаичность тундровых ландшафтов приводит к преобладанию сложных территориальных единиц растительности (комплексов, серийных и экологических рядов, сочетаний). Для точной диагностики и картографирования категорий местообитаний тундровой зоны разработана типологическая схема, в основу которой положены типы комбинаций территориальных единиц растительности, учитывающая не только синтаксономический состав, но и особенности пространственной организации местообитаний.

Ключевые слова:

Арктика, восточноевропейские тундры, территориальные единицы растительности, классификация местообитаний, геоботаническое картографирование, EUNIS

Благодарности:

благодарим директора С. А. Золотого и инспекторов заповедника «Ненецкий» за помощь при проведении экспедиций. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 20-17-00160).

Original article

HABITAT CLASSIFICATION OF EAST-EUROPEAN TUNDRA

Igor A. Lavrinenko

*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg,
Russia; lavrinenko@mail.ru*

Abstract

The small contour and mosaic of tundra landscapes leads to the predominance of complex territorial units of vegetation (complexes, serial and ecological series, combinations). For accurate diagnostics and mapping of habitat categories in the tundra zone, we have developed a typological scheme based on the types of combinations of territorial units of vegetation. It takes into account not only the syntaxonomic composition, but also the peculiarities of the spatial organization of habitats.

Keywords:

Arctic, East-European tundras, territorial units of vegetation, habitat classification, geobotanical mapping, EUNIS

Acknowledgments:

we are sincerely grateful to Director S. A. Zolotoy and the inspectors of the State Nature Reserve "Nenetsky" for their help during expeditions. This work was supported by the Russian Science Foundation (project 20-17-00160).

Введение

Оценка современного состояния растительного покрова и характеристика природных местообитаний Российской Арктики обусловлена необходимостью оптимизации природопользования и сохранения ресурсного потенциала тундровых экосистем на фоне значительного возрастания антропогенной нагрузки. Необходимым условием существования арктической биоты, растительного и животного мира, является наличие соответствующих местообитаний (биотопов). В последние десятилетия стало очевидным, что мониторинг состояния местообитаний гораздо более эффективен для сохранения биоразнообразия, чем контроль популяций отдельных видов [Izco, 2015; Keith et al., 2015 и мн. др.]. Подобный подход успешно применяется в странах Европейского союза (ЕС), о чем свидетельствует целый ряд национальных и общеевропейских программ и проектов (CORINE Land Cover: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>, NATURA 2000: https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm, Emerald Network: <https://www.coe.int/en/web/bern-convention/emerald-viewer> EUNIS: <https://eunis.eea.europa.eu/index.jsp> и др.), которые являются важнейшими инструментами природоохранной политики в ЕС. Анализ работ современных европейских исследователей, приведенный нами в обзоре [Лавриненко, 2020a], свидетельствует о перспективности применения такого подхода в Российской Федерации и, на наш взгляд, прежде всего на территории Арктики.

В связи с этим коллективом Лаборатории динамики растительного покрова Арктики выполняется проект по классификации, инвентаризации и картографированию биотопов восточноевропейских тундр, а также по подготовке списка местообитаний, нуждающихся в первоочередной охране. Опубликован ряд статей, отражающих определенные этапы и результаты исследований [Лавриненко, 2020a, б; Лавриненко, Лавриненко, 2020].

Основными задачами, которые необходимо было решить на первых этапах выполнения проекта, являлись разработка классификационной схемы, учитывающей многообразие арктических местообитаний, и определение критериев для их диагностики. Анализ опыта решения этих задач европейскими учеными показал, что в большинстве существующих классификаций (CORINE Land Cover: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>, NATURA 2000: https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm, EUNIS: <https://eunis.eea.europa.eu/index.jsp> и др.) определяющая роль при диагностике биотопов придается синтаксономическому составу растительности.

В настоящее время одной из основных систем для изучения и охраны местообитаний в рамках природоохранных программ ЕС является EUNIS [Linking..., 2015; Evans et al., 2018], в рамках которой подготовлена многоуровневая классификация местообитаний Европы (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification>). EUNIS охватывает все категории биотопов (морские, наземные и пресноводные, природные, полуприродные и антропогенные) и лежит в основе Красного списка европейских местообитаний [Janssen et al., 2016]. Подходы к выделению наземных местообитаний в EUNIS основаны на высокой индикаторной роли сообществ синтаксонов разного ранга [Schaminée et al., 2014]. Биотопы могут диагностироваться как фитоценозами определенных синтаксонов, так и их комбинациями, которые на местности представлены гомогенными или гетерогенными территориальными единицами растительности (ТЕР). Преимущество фитосоциологической системы для диагностики местообитаний

обусловлено тем, что она основана на регламентированной процедуре описаний и согласованной номенклатуре. Классификация более четырех миллионов описаний, выполненных геоботаниками на территории Европы, широко используется для диагностики местообитаний, большинство которых в EUNIS (третий уровень) соотнесены с фитосоциологическими синтаксонами ранга союза [Schaminée et al., 2014].

Вместе с тем применение EUNIS для классификации местообитаний Арктики сталкивается с рядом трудностей: с одной стороны, это очень слабая разработанность классификации для тундровой зоны вследствие отсутствия в ЕС многих категорий арктических ландшафтов; с другой стороны, отсутствие для многих типов местообитаний отчетливых диагностических критериев, их неупорядоченность [Браславская, Тихонова, 2020], а также недостатки, которые затрудняют применение этой классификации на практике.

Материалы и методы

Для выделения и диагностики местообитаний Арктики необходима разработка типологической схемы ТЕР, учитывающей, наряду с синтаксономическим составом, особенности их пространственной организации. С этой целью был подготовлен проект типологической схемы ТЕР для территории восточноевропейских тундр и разработана номенклатура для категорий разных рангов [Лавриненко, 2020б]. В основу типологии положены типы структур (серии, экологические ряды и комплексы) комбинаций сообществ, которые отражают квинтэссенцию «экологического базиса» местообитаний ТЕР — особенности распределения, напряженность, направленность и результат взаимодействия экологических факторов. Наименование типа как основной элементарной единицы и диагностическая комбинация синтаксонов отражают структуру и особенности распределения сообществ в пределах ТЕР. Таким образом, каждая категория выделяемых местообитаний может диагностироваться единицами типологической схемы ТЕР, что хорошо отразит ее сложность и пространственную структуру.

Результаты

За основу классификации местообитаний восточноевропейских тундр были взяты их топографическое расположение и диагностирующие ТЕР, прежде всего их физиономические особенности и синтаксономический состав на ключевых участках. На самом высоком (первом) уровне были выделены четыре группы местообитаний, приуроченных к крупным элементам ландшафта: А — водораздельные; В — долины водотоков с пойменным режимом; С — приморские; D — морские, включая эстуарии. Эти группы наиболее существенно различались по комбинациям синтаксонов, формирующих ТЕР, и хорошо выделялись на многозональных спутниковых снимках. В пределах групп А–D выделены категории второго уровня (A1, A2...), которые, в свою очередь, разделены на категории третьего уровня (A1.1, A1.2...), объединяющие местообитания, различающиеся по типам ТЕР и ряду экологических показателей, включая характеристику субстрата. Ниже приведен фрагмент характеристики местообитаний приморских маршей низкого уровня. Классификация растительности маршей в традициях школы Браун-Бланке выполнена и опубликована ранее [Лавриненко, Лавриненко, 2018]. Полностью характеристика ТЕР приморских маршей опубликована в виде оригинальной статьи [Лавриненко, 2020б], общая характеристика местообитаний

восточноевропейских тундр на примере заповедника «Ненецкий» также приведена ранее [Лавриненко, Лавриненко, 2020].

С4.4. Приморские луга соленых и солоноватых маршей низкого уровня.

EUNIS. A2.544. Lower shore arctic salt meadows.

Местоположения. Средняя литораль, ежедневно затопляемая или подтопляемая квадратурными и средней величины приливами.

Д. с. Союз *Puccinellion phryganodis* Hadač 1946: асс. *Puccinellietum phryganodis* Hadač 1946 (с субассоциациями *typicum* Hofmann 1969 и *Caricetosum subspathaceae* Thannheiser et Willers ex Lavrinenko et Lavrinenko 2018), асс. *Caricetum subspathaceae* субасс. *inops* Molenaar 1974; асс. *Stellario crassifoliae–Caricetum salinae* субасс. *inops* Lavrinenko et Lavrinenko 2018.

ТЕР. 1. ○ *Puccinellietum phryganodis typicum*;

2. ○ *Caricetum subspathaceae inops*;

3. Θ/∅ *Caricetum subspathaceae inops* — *Puccinellichorietum phryganodis typicum*;

4. Θ *Scirpo–Hippuridetum tetraphyllae inops* — *Puccinellichorietum phryganodis typicum*;

5. ⊕ *Caricetum subspathaceae inops* — *Potamogetonochorietum filiformis*;

6. ⊕ *Caricetum subspathaceae inops* — *Scirpo–Hippuridochorietum tetraphyllae inops*;

7. ● *Caricetum subspathaceae inops* — *Potamogetonosynchorietum filiformis*.

(Д. с. — диагностические синтаксоны, ТЕР: ○ — фитоценозы; Θ — серийные ряды; ∅ — экологические ряды; ⊕ — комплексы; ● — сочетания).

Заключение

Сложность классификации и картографирования биотопов Арктики обусловлена тем, что мелкоконтурность и мозаичность тундровых ландшафтов приводят к преобладанию сложных ТЕР (комплексов, серийных и экологических рядов, сочетаний). В связи с этим даже при крупном масштабе 1 : 25 000 — 1 : 50 000 многие типы местообитаний будут диагностироваться сложными ТЕР, которые в условиях тундровой зоны часто сформированы комбинациями ограниченного числа сообществ разных синтаксонов. В таком случае определяющим для диагностики разных категорий местообитаний будет служить не просто перечень синтаксонов, а соотношение долей их участия в сложении ТЕР и ее пространственная структура. Последнее весьма принципиально, поскольку при схожести синтаксономического состава, но разной пространственной организации ТЕР (например, экологический ряд и комплекс) они могут диагностировать категории биотопов, которые существенно различаются по особенностям распределения, напряженности и направленности, и результат взаимодействия экологических факторов. Применение в данном случае европейской системы EUNIS для классификации местообитаний Арктики весьма проблематично: хотя в ее рамках и выделена категория X — Habitat complexes, авторами оговаривается, что перечисленные комплексы представляют собой лишь предварительные варианты, которые не подвергались тщательной проверке (<https://eunis.eea.europa.eu/habitats/5394>). Можно добавить, что их описания и диагностические критерии на данном этапе часто отсутствуют или носят весьма общий характер (списки видов, синтаксонов ранга порядка и др.).

В связи с этим для точной диагностики и картографирования категорий биотопов тундровой зоны разработана типологическая схема, в основу которой положены типы комбинаций ТЕР (комплексы, серийные и экологические ряды,

сочетания), что позволяет, наряду с синтаксономическим составом, учитывать особенности пространственной структуры местообитаний.

Список источников

Браславская Т. Ю., Тихонова Е. В. Лесные и кустарниковые местообитания национального парка «Смоленское Поозерье»: к вопросу об использовании классификации EUNIS при инвентаризации биоразнообразия и организации его охраны // Разнообразие растительного мира. 2020. № 1 (4). С. 17–35. DOI: 10.22281/2686-9713-2020-1-17-35

Лавриненко И. А. Подходы европейских экологов к типологии и картографированию местообитаний // Геоботаническое картографирование. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2020а. С. 51–77. <https://doi.org/10.31111/geobotmap/2020.51>

Лавриненко И. А. Типология и синтаксономический состав территориальных единиц растительности: новый подход на примере изучения арктических маршей // Растительность России. 2020б. № 39. С. 100–148. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2020.39.100>

Лавриненко О. В., Лавриненко И. А. Классификация растительности соленых и солоноватых маршей Большеземельской тундры (побережье Баренцева моря) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2018. Т. 12, № 3. С. 5–75.

Лавриненко И. А., Лавриненко О. В. Местообитания восточноевропейских тундр и их соотношение с категориями EUNIS на примере заповедника «Ненецкий» // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2020. Т. 14, № 4. С. 359–397. doi: 10.24411/2072-8816-2020-10082

Evans D., Tryfoni E., Lund M. Revising the EUNIS habitats classification — where are we? // 27th Congress of the European Vegetation Survey. Poland. Wroclaw. 23–26 May, 2018. Book of Abstracts. Wroclaw, 2018. P. 42.

Izco J. Symphytosociological nomenclature: new proposals // Lazaroa. 2014. Vol. 35. P. 191–194.

Janssen J. A. M., Rodwell J. S., Garcia Criado M., Gubbay S., Haynes T., Nieto A., Sanders N., Landucci F., Loidi J., Szymank A., Tahvanainen T., Valderrabano M., Acosta A., Aronsson M., Arts G., Attorre F., Bergmeier E., Bijlsma R.-J., Bioret F., Biță-Nicolae C., Biurrun I., Calix M., Capelo J., Čarni A., Chytrý M., Dengler J., Dimopoulos P., Essl F., Gardfjell H., Gigante D., Giusso del Galdo G., Hajek M., Jansen F., Jansen J., Kapfer J., Mickolajczak A., Molina J. A., Molnar Z., Paternoster D., Piernik A., Poulin B., Renaux B., Schaminee J. H. J., Šumberova K., Toivonen H., Tonteri T., Tsiripidis I., Tzonev R., Valachovič M. European Red List of Habitats. Part 2. Terrestrial and freshwater habitats. 2016. 44 p.

Keith D. A., Rodríguez J. P., Brooks T. M., Burgman M. A., Barrow E. G., Bland L., Comer P. J., Franklin J., Link J., McCarthy M. A., Miller R. M., Murray N. J., Nel J., Nicholson E., Oliveira-Miranda M. A., Regan T. J., Rodríguez-Clark K. M., Rouget M., Spalding M. D. The IUCN Red List of Ecosystems: Motivations, Challenges and Applications // Conservation Letters. 2015. № 8. P. 214–226.

Linking in situ vegetation data to the EUNIS habitat classification: results for forest habitats. European Environment Agency. EEA Luxembourg: Publications Office of the European Union. Technical report. № 18/2015. 33 p.

Schaminée J. H. J., Chytrý M., Hennekens S. M., Mucina L., Rodwell J. S., Tichý L. Development of vegetation syntaxa crosswalks to EUNIS habitat classification and related data sets. Final report EEA/NSV/12/001. 2014. 135 p.

References

Braslavskaya T. Yu., Tikhonova E. V. Forest and shrub habitats within the «Smolenskoe Poozerie» national park: on the EUNIS habitat classification application for invention and conservation of biodiversity // *Diversity of plant world*. 2020. No 1 (4). P. 17–35.

Evans D., Tryfoni E., Lund M. Revising the EUNIS habitats classification — where are we? // 27th Congress of the European Vegetation Survey. Poland. Wrocław. 23–26 May, 2018. Book of Abstracts. Wrocław, 2018. P. 42.

Izco J. Symphytosociological nomenclature: new proposals // *Lazaroa*. 2014. Vol. 35. P. 191–194.

Janssen J. A. M., Rodwell J. S., Garcia Criado M., Gubbay S., Haynes T., Nieto A., Sanders N., Landucci F., Loidi J., Ssymank A., Tahvanainen T., Valderrabano M., Acosta A., Aronsson M., Arts G., Attorre F., Bergmeier E., Bijlsma R.-J., Bioret F., Biță-Nicolae C., Biurrun I., Calix M., Capelo J., Čarni A., Chytrý M., Dengler J., Dimopoulos P., Essl F., Gardfjell H., Gigante D., Giusso del Galdo G., Hajek M., Jansen F., Jansen J., Kapfer J., Mickolajczak A., Molina J. A., Molnar Z., Paternoster D., Piernik A., Poulin B., Renaux B., Schaminée J. H. J., Šumberova K., Toivonen H., Tonteri T., Tsiripidis I., Tzonev R., Valachovič M. European Red List of Habitats. Part 2. Terrestrial and freshwater habitats. 2016. 44 p.

Keith D. A., Rodríguez J. P., Brooks T. M., Burgman M. A., Barrow E. G., Bland L., Comer P. J., Franklin J., Link J., McCarthy M. A., Miller R. M., Murray N. J., Nel J., Nicholson E., Oliveira-Miranda M. A., Regan T. J., Rodríguez-Clark K. M., Rouget M., Spalding M. D. The IUCN Red List of Ecosystems: Motivations, Challenges and Applications // *Conservation Letters*. 2015. № 8. P. 214–226.

Lavrinenko I. A. Approaches of European ecologists to typology and mapping of habitats // *Geobotanical mapping*. 2020a. P. 51–77. <https://doi.org/10.31111/geobotmap/2020.51>

Lavrinenko I. A. Typology and syntaxonomic composition of vegetation territorial units: novel approach suggested with the case study of Arctic marshes // *Rastitel'nost' Rossii*. 2020b. N 39. P. 100–148.

Lavrinenko I. A., Lavrinenko O. V. Habitats of the East European tundra and their accordance by the EUNIS categories on the Nenetsky Reserve example // *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2020. Vol. 14, No 4. P. 359–397. doi: 10.24411/2072-8816-2020-10082

Lavrinenko O. V., Lavrinenko I. A. Classification of salt and brackish marshes vegetation of the Bolshezemel'skaya Tundra (Barents Sea coastal) // *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2018. Vol. 12, No 3. P. 5–75. DOI:10.24411/2072-8816-2018-10028

Linking in situ vegetation data to the EUNIS habitat classification: results for forest habitats. European Environment Agency. EEA Luxembourg: Publications Office of the European Union. Technical report. № 18/2015. 33 p.

Schaminée J. H. J., Chytrý M., Hennekens S. M., Mucina L., Rodwell J. S., Tichý L. Development of vegetation syntaxa crosswalks to EUNIS habitat classification and related data sets. Final report EEA/NSV/12/001. 2014. 135 p.

Статья поступила в редакцию 05.06.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 05.06.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 581.526.533:528.94 (470.1)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.002

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КАК ОСНОВА ДИАГНОСТИКИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ МЕСТООБИТАНИЙ ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИХ ТУНДР

Ксения Владимировна Иванова, Григорий Анатольевич Тюсов
*Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук,
Санкт-Петербурга, Россия; KVIvanova@binran.ru, tyusov@binran.ru*

Аннотация

Предложена классификация местообитаний, в основе которой — топографическое положение биотопов и диагностирующих их растительных сообществ. Составлена карта ненарушенных местообитаний водораздельных территорий южных тундр Ненецкого автономного округа (НАО), которые подразделяются на пять категорий на втором и на двенадцать на третьем уровнях и соотносятся с семнадцатью синтаксонами.

Ключевые слова:

местообитания, геоботаническое картографирование, восточноевропейские тундры, Арктика

Благодарности:

исследование выполнено на средства гранта Российского научного фонда (проект № 20-17-00160).

Original article

VEGETATION AS A BASE FOR DIAGNOSTICS AND MAPPING OF EAST-EUROPEAN TUNDRA HABITATS

Kseniya V. Ivanova, Gregory A. Tyusov
*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg,
Russia; KVIvanova@binran.ru, tyusov@binran.ru*

Abstract

A classification of habitats based on the topographic position of biotopes and plant communities, which diagnose them, is proposed. A map of undisturbed habitats of the watershed areas of the southern tundra of the Nenets Autonomous Okrug was compiled, which are subdivided into 5 categories at the second and 12 at the third level and correspond to 17 syntaxa.

Keywords:

habitats, geobotanical mapping, East-European tundra, Arctic

Acknowledgments:

this work was supported by the Russian Science Foundation (project 20-17-00160).

Введение

Выделение местообитаний, сформировавшихся в результате взаимодействия биотических и абиотических компонентов среды, является неотъемлемой частью изучения структуры растительного покрова. В последние годы европейские принципы к выделению местообитаний все чаще встречаются в отечественных исследованиях [Волкова, Храмцов, 2020; Лавриненко, 2020; Лавриненко, Лавриненко, 2020]. Малая представленность тундровой растительности в зарубежной Европе делает разработку таких классификаций для арктического региона актуальной и уникальной задачей отечественной науки.

Материалы и методы

Нами изучена растительность Большеземельской тундры в среднем течении реки Шапкиной (67°32' с. ш. 55°7' в. д.), в подзоне южных тундр. Проведена аэрофотосъемка сверхвысокого разрешения (3–5 см / пикс) с использованием квадрокоптера Mavic Pro 2 Platinum (высота съемки от 80 до 200 м). Выполнено 25 полных геоботанических описаний в разных растительных сообществах, отнесенных к синтаксонам эколого-флористической классификации. В тех категориях местообитаний, для которых не было достаточного количества геоботанических описаний для выделения синтаксонов или соотнесения с уже имеющимися, сообщества оставлены в ранге com. или com. type. Для картографирования территории дополнительно сделано 180 кратких описаний. На основе полученного материала предложена классификация местообитаний участка, основанная на принципах, описанных И. А. Лавриненко и О. В. Лавриненко [2020] (табл. 1). Подготовлена крупномасштабная (1 : 50 000) карта местообитаний (рис. 1), отражающая сопряженность растительных сообществ с условиями среды. Общая закартированная площадь — 16 км².

Таблица 1

Классификация местообитаний водораздельных территорий
окрестности реки Шапкиной, НАО

№ на карте	Местообитания		Синтаксоны
	второй уровень	третий уровень	
1	2	3	4
1	Местообитания, занимающие собственно элювиальные местоположения	Сообщества и псаммофитные группировки на наиболее высоких участках водоразделов на песках	Acc. <i>Arctostaphylo alpinae</i> – <i>Empetretum hermaphroditum</i> (Zinserling 1935) Koroleva 1994 [Koroleva, 1994]
2		Зональные тундры на плакорах	Acc. <i>Calamagrostio lapponicae</i> – <i>Hylocomietum splendidum</i> Lavrinenko et Lavrinenko 2018 [Лавриненко, Лавриненко, 2018]

1	2	3	4
3	Местообитания, занимающие транзитные и аккумулятивные	Кустарничково-лишайниковые сообщества с ерником	Акц. <i>Empetro–Betuletum nanae</i> Nordhagen 1943
4	местоположения (вдоль всего склона)	Ерники ивово-моховые	<i>Betula nana–Sphagnum girgensohnii</i> com. type
5		Волнистые равнины с ерниками кустарничковыми	<i>Ledum decumbens–Betula nana</i> com. type <i>Rubus chamaemorus–Sphagnum balticum</i> com.
6	Местообитания, занимающие аккумулятивные	Кочкарники пушицево-сфагновые	Акц. <i>Pleurozio schreberi–Eriophoretum vaginati</i> com. type
7	понижения (депрессии, котловины, верховые западины) и слабодренированные равнины	Ивовые тундры	Акц. <i>Vicio sepium–Salicetum lanatae</i> var. <i>Aconitum septentrionale</i> Lavrinenko et Kochergina ass. prov. acc. <i>Hylocomio splendidis–Salicetum glaucae</i> Lavrinenko et Kochergina ass. prov. acc. <i>Carici stantis–Salicetum phyllicifoliae</i> Lavrinenko et Kochergina ass. prov.
8		Бугристые болота	Акц. <i>Rubo chamaemori–Dicranetum elongati</i> Dedov ex Lavrinenko et Lavrinenko 2015 [Лавриненко, Лавриненко, 2015] acc. <i>Carici rariflorae–Sphagnetum baltici</i> (Andreyev 1932) Lavrinenko, Matveyeva et Lavrinenko 2016 [Лавриненко и др., 2016] acc. <i>Carici rariflorae–Sphagnetum lindbergii</i> (Andreyev 1932) Lavrinenko, Matveyeva et Lavrinenko 2016 [Лавриненко и др., 2016] <i>Warnstorfia fluitans–Eriophorum russeolum</i> com.
9		Экологические ряды приозерных котловин	Акц. <i>Caricetum aquatilis</i> Savich 1926 → acc. <i>Caricetum aquatilis</i> var. <i>Equisetum fluviatile</i> → <i>Carici stantis–Sphagnum riparium</i> com.

1	2	3	4
10	Транзитные местообитания, занимающие ложбины с постоянными или временными водотоками	Сообщества на склонах проточных водосборных понижений	Асс. <i>Carici stantis–Salicetum phylicifoliae</i> Lavrinenko et Kochergina ass. prov.
11	Водные местообитания	Сообщества, занимающие водоемы со стоячей водой (озера)	–
12		Сообщества постоянных водотоков	–
13	Антропогенно нарушенные местообитания		

Результаты и обсуждения

Местообитания изученной территории на первом уровне подразделяются на водоразделы и долины водотоков с пойменным режимом. В данной работе рассмотрены только первые (табл. 1). На втором уровне для водоразделов выделено пять категорий, обусловленных их местоположением на обобщенном геоморфологическом профиле (от наиболее высоких элементов рельефа до наиболее низких). Местообитания третьего уровня хорошо диагностируются по растительности и другим экологическим параметрам, включая почвы. Вследствие этого большинство групп второго и третьего уровней хорошо выделяются на аэрофотосъемке.

Для местообитаний, занимающих наиболее возвышенные, хорошо дренированные участки, в зависимости от субстрата выделяются группировки разреженной псаммофитной растительности с *Arctous alpina* (L.) Nied. и зональные ерниково-лишайниковые тундры с *Betula nana* и пятнами обнаженного субстрата. Склоны с транзитным режимом подразделяются на три категории. В верхней части на легких субстратах формируются кустарничково-лишайниковые сообщества с ерником, отличающиеся от зональных сообществ гомогенной структурой, обилием и видовым составом лишайников. На выположенных склонах описаны ерники ивовые с зелеными или сфагновыми мхами на суглинках, характерны бугры высотой до 0,5 м. К нижним частям склонов и слабонаклонным равнинам приурочены ерники с болотными кустарничками (*Rubus chamaemorus* L., *Ledum decumbens* (Aiton) Lodd. ex Steud.) на оторфованных почвах.

Слабодренированные аккумулятивные местообитания представлены равнинами и котловинами. Отличительной особенностью данных местообитаний являются почвы с хорошо разложившимся торфом или перегноем. В растительном покрове здесь выделяются кочкарники пушицево-сфагновые, ивняки гилокомнивые и разнотравные с высоким видовым разнообразием (до 49 видов) в последних. В условиях застойного увлажнения формируются бугристые болота с характерным набором болотных ассоциаций (табл. 1). В озерных котловинах маловидовые растительные сообщества образуют экологические ряды с обязательным присутствием *Carex aquatilis* Wahlenb., при этом набор элементов в таком ряду может варьировать.

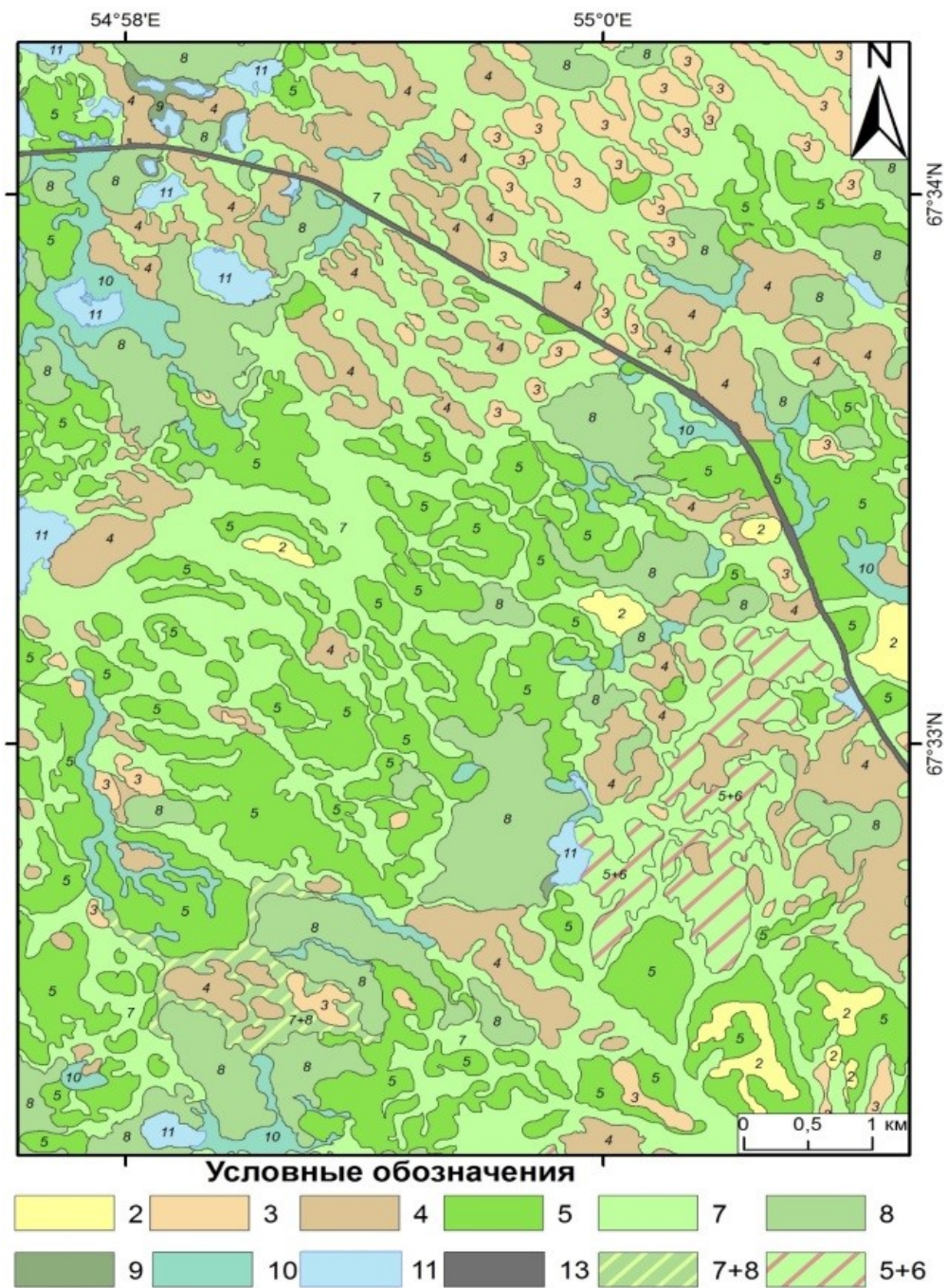


Рис. 1. Фрагмент карты местообитаний в южных тундрах близ реки Шапкиной

Отдельно выделяются транзитные местообитания (ложбины стока) водоразделов с постоянными или временными водотоками, занятые влажнотравными ивняками с доминированием *Carex aquatilis*. Территории озер и водотоков без пойменного режима на первом уровне отнесены к местообитаниям водоразделов, но их растительность на данном этапе недостаточно изучена для синтаксономического анализа.

Следует отметить, что даже при крупномасштабном картографировании некоторые местообитания представляют собой мелкоконтурные сочетания и комплексы, выделение которых и при таком масштабе не представляется возможным. На карте такие местообитания объединены в контуры и обозначены по набору входящих в них местообитаний. На карте представлен лишь фрагмент территории, в следствии чего в условные обозначения попали не все выделенные местообитания.

Заключение

Являясь наиболее физиономичным компонентом окружающей среды, растительность детально диагностирует местообитания, что позволило провести крупномасштабное картографирование тундровых местообитаний по признакам растительности. Именно такой подход делает возможным полноценный мониторинг арктических экосистем, подверженных различного рода воздействиям на ранних стадиях динамических процессов. Полученные результаты служат основой для инвентаризации местообитаний в различных масштабах с применением дистанционных методов. Таким образом, данная работа является элементом создания национальной классификации местообитаний Российской Арктики.

Список источников

Волкова Е. А., Храмцов В. Н. Выявление ценных биотопов на предлагаемых к охране территориях Санкт-Петербурга на основе детального геоботанического картирования // Геоботаническое картографирование. 2020. С. 39–50. <https://doi.org/10.31111/geobotmap/2020.39>

Лавриненко И. А. Подходы европейских экологов к типологии и картографированию местообитаний // Геоботаническое картографирование. 2020. С. 51–77. <https://doi.org/10.31111/geobotmap/2020.51>

Лавриненко И. А., Лавриненко О. В. Местообитания восточноевропейских тундр и их соотношение с категориями EUNIS на примере заповедника «Ненецкий» // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2020. Т. XIV, № 4. С. 359–397. doi: 10.24411/2072-8816-2020-10082

Лавриненко О. В., Лавриненко И. А. Зональная растительность равнинных восточноевропейских тундр // Растительность России. 2018. № 32. С. 35–108. doi: 10.31111/vegrus/2018.32.35

Лавриненко О. В., Лавриненко И. А. Сообщества класса *Oxycocco-Sphagnetetea* Вг.-Вl. et R. Тх. 1943 в восточноевропейских тундрах // Растительность России. 2015. № 26. С. 55–84. doi: 10.31111/vegrus/2015.26.55

Лавриненко О. В., Матвеева Н. В., Лавриненко И. А. Сообщества класса *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* (Nordh. 1936) Тх. 1937 в восточноевропейских тундрах // Растительность России. 2016. № 28. С. 55–88. doi: 10.31111/vegrus/2016.28.55

Koroleva N. E. Phytosociological survey of the tundra vegetation of the Kola Peninsula, Russia // *Journal of Vegetation Science*. 1994. Vol. 5, № 6. P. 803–812. doi: 10.2307/3236195

References

Koroleva N. E. Phytosociological survey of the tundra vegetation of the Kola Peninsula, Russia // *Journal of Vegetation Science*. 1994. Vol. 5, № 6. P. 803–812. doi: 10.2307/3236195

Lavrinenko I. A. Approaches of European ecologists to typology and mapping of habitats // *Geobotanical mapping*. 2020. P. 51–77. <https://doi.org/10.31111/geobotmap/2020.51>

Lavrinenko I. A., Lavrinenko O. V. Habitats of the East European tundra and their accordance by the EUNIS categories on the Nenetsky Reserve example // *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2020. Vol. 14, No 4. P. 359–397. doi: 10.24411/2072-8816-2020-10082

Lavrinenko O. V., Lavrinenko I. A. Communities of the class Oxycocco-Sphagnetea Br.-Bl. et R. Tx. 1943 in the East European tundras // *Rastitel'nost' Rossii*. 2015. No 26. P. 55–84. doi: 10.31111/vegrus/2015.26.55

Lavrinenko O. V., Lavrinenko I. A. Zonal vegetation of the plain East European tundras // *Rastitel'nost' Rossii*. 2018. No 32. P. 35–108. doi: 10.31111/vegrus/2018.32.35

Lavrinenko O. V., Matveyeva N. V., Lavrinenko I. A. Communities of the class Scheuchzerio–Caricetea nigrae (Nordh. 1936) Tx. 1937 in the East European tundras // *Rastitel'nost' Rossii*. 2016. No 28. P. 55–88. doi: 10.31111/vegrus/2016.28.55

Volkova E. A., Khrantsov V. N. Identification of valuable biotopes based on detailed geobotanical mapping in the territories of St. Petersburg proposed for protection // *Geobotanical mapping*. 2020. P. 39–50. <https://doi.org/10.31111/geobotmap/2020.39>

Статья поступила в редакцию 28.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 28.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 581.93(470.21)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.003

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ХОРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ГОРНО-ТУНДРОВОГО ПОЯСА И ПОЯСА ГОЛЬЦОВЫХ ПУСТЫНЬ ХИБИНСКИХ ГОР (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

***Наталья Евгеньевна Королева, Алена Дмитриевна Данилова,
Екатерина Игоревна Копейна***

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
flora012011@yandex.ru*

Аннотация

Анализ биогеографических элементов в парциальных флорах сосудистых растений поясов горных тундр (ГТП) и гольцовых пустынь (ГП) в Хибинских горах показал различия между поясами. Флора ГТП (191 вид) более чем в три раза богаче флоры пояса ГП (62 вида). Арктическая фракция в ГТП составляет 42 %, гипоарктическая — 26 %, бореальная (включая полизональные виды) — 32 %. Во флоре пояса ГП преобладают фракции: арктическая (63 %), гипоарктическая (23 %) и бореальная (с полизональными видами) (14 %). Разброс долей фракций соответствует различиям между арктическим и гипоарктическим типами флор, что подтверждает дифференциацию поясов. Среди долготных групп в ГТП и поясе ГП преобладает группа видов с циркумареалом (45 и 55 % соответственно). В ГТП в равных долях присутствуют восточно-американо-европейские (10 %) и восточно-американо-евро-сибирские и восточно-американо-евро-азиатские (10 %), евро-сибирские и евро-азиатские (15 %) и европейские (10 %) виды. В ГП, помимо видов с циркумполярным ареалом, преобладают амфиатлантические виды (восточно-американо-европейские и американо-европейские) (25 %). Евро-азиатские и европейские виды присутствуют в меньших долях (6 и 3 %). Преобладание в долготном спектре видов с циркум- и амфиатлантическими ареалами связано с расположением района исследований вблизи побережья Северного Ледовитого океана и на западной окраине Европы.

Ключевые слова:

хорологический анализ, флора, горные тундры, гольцовые пустыни, Хибины

Благодарности:

исследование выполнено в рамках темы научно-исследовательской работы № 0229-2016-0004 и гранта Российского фонда фундаментальных исследований «Аспиранты» (проект № 19-34-90025).

Original article

PRELIMINARY CHOROLOGICAL ANALYSIS OF VASCULAR PLANTS FLORA IN MOUNTAIN TUNDRA AND ARCTIC MOUNTAIN DESERTS IN Khibiny MOUNTAINS (MURMANSK REGION)

Natalia E. Koroleva, Alena D. Danilova, Ekaterina I. Kopeina

*Avrurin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; flora012011@yandex.ru*

© Королева Н. Е., Данилова А. Д., Копейна Е. И., 2021

Abstract

Percentage of bio-geographic elements of vascular plants was analysed in Mountain Tundra (MT) and the cold Arctic Mountain (goltzovy) desert (AMD) belts in Khibiny Mountains. Flora of MT (191 species) is richer than flora of AMD (62 species) more than three times. Arctic group of species in MT comprises 42 %, hypoarctic (26 %) and boreal together with polyzonal (32 %). In flora of AMD prevails arctic group of species (63 %), hypoarctic group is on the second place (23 %) and boreal (14 %). The ratio of latitudinal bio-geographical groups in MT corresponds to the hypoarctic type of flora, and in AMD — to the arctic type, that confirms the differentiation of treeless belts in Khibiny Mountains. Groups of species with circumpolar distribution prevail in the species lists of both treeless belts (45 % in MT and 55 % in AMD). Other longitudinal groups in MT include species with east-American-European (10 %), east-American-European-Asiatic (10 %), Euro-Siberian (Euro-Asiatic) (15 %), and European (10 %) distribution. In AMD species with amphi-Atlantic distribution comprise 25 %, species with Euro-Siberian (Euro-Asiatic) and European distribution have less share (8 and 3 %).

Keywords:

chorological analysis, flora, mountain tundra, char deserts, Khibiny

Acknowledgments:

the study was carried out within institutional research project of the Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute (1021071612832-8-1.6.11). This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 19-34-90025).

Введение

Флора как система популяций всех видов растений, населяющих данную территорию [Юрцев, Камелин, 1991], имеет свою структуру на внутриландшафтном уровне. Для естественной флоры любого экологически и флористически своеобразного подразделения ландшафта введено понятие парциальной флоры [Юрцев, Камелин, 1987]. В горах флора пояса занимает одну из высших ступеней иерархии парциальных флор на уровне макроэктопа [Юрцев, Сёмкин, 1980].

Флора и растительность Хибинских гор достаточно хорошо изучена, причем выше горно-тундрового пояса выделяется пояс «каменной пустыни», «арктических горных пустынь» или «холодных гольцовых пустынь» [Аврорин и др., 1936; Мишкин, 1953; Раменская, 1983; Куваев, 1985]. Но ряд исследователей не выделяют этого пояса в горах Кольского полуострова и включают разреженную растительность вершин и плато в горно-тундровый пояс [Шляков, 1961; Костина, Белкина, 1991; Костина и др., 2001]. Одним из путей выяснения уровня дифференциации этих поясов является хорологический анализ парциальной флоры поясов. Для оценки поведения видов во флоре было введено понятие активности [Юрцев, 1968] с оценкой по пятибалльной шкале. При оценке учитывались частота встречаемости местообитаний, где присутствует вид, постоянство вида в его местообитаниях и численность вида. Для оценки поведения вида также применяется понятие «парциальная активность», которая оценивается по показателям среднего проективного покрытия и постоянства [Хитун, 2002, 2003].

Материалы и методы

Пояс горных тундр в Хибинских горах расположен выше 500 м, пояс гольцовых пустынь — на вершинах и плато выше 900 м. Список видов гольцовых пустынь Хибин был составлен по геоботаническим описаниям (всего 120), выполненным в 2013–2020 гг. на всех плато и вершинах Хибин выше 950–1000 м над уровнем моря, а также по литературным данным [Куваев, 1985]. Список видов горно-тундрового пояса Хибин составлен по геоботаническим описаниям 1987–2020 гг. и по литературе [Мишкин, 1953; Костина, 2001; Куваев, 2006;

Кожин и др., 2019]. Названия видов даны по «Флоре-онлайн всех известных растений» (An Online Flora of All Known Plants, <http://www.worldfloraonline.org/>).

Биогеографические элементы и их фракции приведены по Н. А. Секретаревой [2004, 2010] с некоторыми уточнениями отнесения вида к долготным элементам в соответствии с Атласом сосудистых растений Северной Европы [Hultén, Fries, 1986], данными Аннотированного списка сосудистых растений панарктической флоры (Annotated Checklist of the Panarctic Flora (PAF), Vascular plants, <http://panarcticflora.org/>) и Глобальной информационной системы о биоразнообразии (Global Biodiversity Information Facility, GBIF, <http://gbif.ru/>).

Арктическая фракция широтных элементов включает арктические, почти арктические, аркто-альпийские (характерные для Арктики и высокогорий умеренного климатического пояса) и метаарктические (аркто-гольцовые) виды. Гипоарктическая фракция — гипоарктические (характерные для экотона между тундровой и таежной зонами) и гипоаркто-монтанные (характерные для подгольцового пояса субарктических и южных высокогорий). Бореальная фракция — аркто-бореальные, аркто-бореально-монтанные, бореальные и бореально-монтанные и неморально-бореальные виды; в бореальную фракцию также были включены полизональные виды.

Фракции долготных элементов включали следующие группы: 1) виды с циркумареалами, циркумполярные и циркумбореальные и космополитные; 2) виды, встречающиеся на западе Евразийского и востоке Северо-Американского континентов: восточноамериканско-европейские, восточноамериканско-европейско-сибирские и европейско-американские виды; 3) евразийские виды, не встречающиеся на Американском континенте (европейско-сибирские, европейско-западносибирские, европейско-азиатские); 4) виды, распространенные на западе Северо-Американского континента и заходящие вглубь Евразийского континента — западноамериканско-евразийские виды и западноамериканско-европейско-чукотские виды; 5) виды с амфиокеаническим ареалом, распространенные по побережьям океанов (амфиатлантические и амфиберингийские); 6) европейские (включая фенноскандинавские) виды.

Активные виды были выделены на основании встречаемости, класса постоянства и среднего проективного покрытия в типах сообществ (ассоциациях). К активным относили виды, которые встречались в 1/4 всех ассоциаций и более с постоянством от I–II, из них хотя бы в одной или более ассоциаций с постоянством от III и выше, со средним покрытием 1–5 % и более.

Результаты и обсуждение

Широтные элементы. Парциальная флора горно-тундрового пояса включает 191 вид сосудистых растений, пояса гольцовых пустынь — 62 вида, что почти втрое меньше. В спектре широтных элементов (рис. 1) *горно-тундрового пояса* преобладает арктическая фракция (81 вид, или 42 %). В ней присутствуют как виды с арктическим и преимущественно арктическим (*Carex bigelowii*), но значительно больше — с аркто-альпийским (*Salix polaris*, *Silene acaulis*, *Loiseleuria procumbens*) и аркто-гольцовым (*Papaver lapponicum*, *Cassiope tetragona*) типом ареала. Аркто-альпийских и аркто-гольцовых видов в горных тундрах больше всех (66), их более чем в четыре раза больше, чем арктических и преимущественно арктических (15). Это характерно для горной парциальной флоры и в целом для арктических локальных флор.

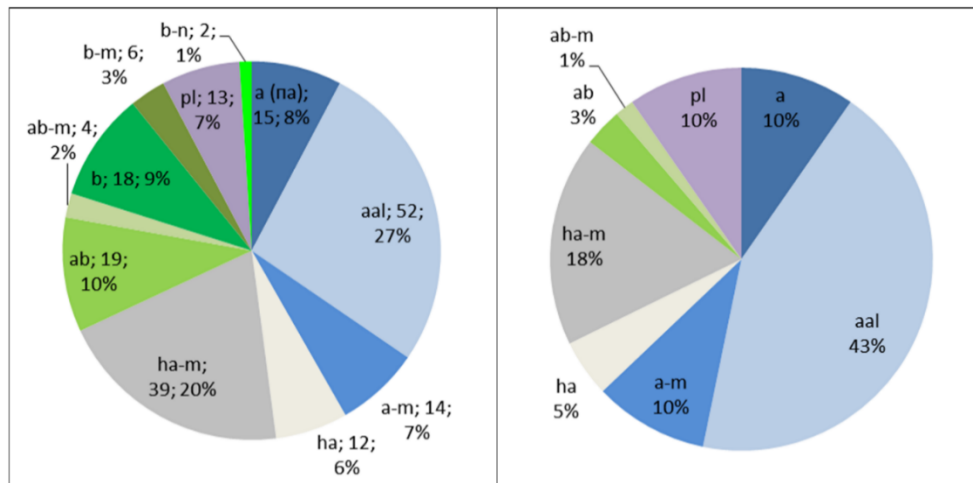


Рис. 1. Соотношение широтных элементов в горно-тундровом поясе (слева) и в поясе гольцовых пустынь (справа):

a — арктические; па — почти арктические; aal — аркто-альпийские; a-m — метаарктические (аркто-гольцовые); ha — гипоарктические; ha-m — гипоаркто-монтанные; b — бореальные; ab — аркто-бореальные; ab-m — аркто-бореально-монтанные; b-m — бореально-монтанные; pl — полизональные; n-b — неморально-бореальные виды

Гипоарктическая и бореальная фракции присутствуют в списке видов горных тундр примерно в равном соотношении (26 и 32 %). В гипоарктической фракции также больше гипоаркто-монтанных видов (39), это, например, *Salix glauca* и *S. lanata*, их втрое больше, чем гипоарктических (12), среди которых, например, *Rubus chamaemorus*.

Бореальная фракция (32 %) включает арктобореальные виды (10 %), встречающиеся как в тундровой, так и в таежной зонах (это, например, *Salix phylicifolia*, *Festuca ovina*), бореальные виды (9 %) (характерные для таежной зоны, среди них, например, представители орхидных *Dactylorchiza maculata* и *Listera cordata*) и бореально-монтанные (*Linnaea borealis*) и аркто-бореально-монтанные (*Vaccinium myrtillus*). В бореальную фракцию включены полизональные виды (7 %), это, например, *Deschampsia cespitosa* и *Calluna vulgaris*. Присутствуют во флоре горных тундр неморально-бореальные виды, которые широко распространены не только в таежной зоне, но и в широколиственных лесах (это, например, *Melica nutans*).

Среди 34 активных видов горных тундр все фракции присутствуют примерно в равных долях: в арктической (39 %) преобладают арктоальпийские *Juncus trifidus*, *Loiseleuria procumbens*, *Phyllodoce caerulea*, в гипоарктической (32 %) — гипоаркто-монтанные *Arctous alpina*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea* и гипоарктические *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*, *Cornus suecica*, в бореальной (29 %) — *Betula nana*, *Geranium sylvaticum*, *Trollius europaeus* и др.

Соотношение основных фракций сближает парциальную флору горно-тундрового пояса с гипоарктическим типом флор, к которому относятся флоры с долей видов арктической фракции около 40 %, гипоарктической — 26–36 % и бореальной — менее 40 % или доля всех фракций примерно равна (30–36 %) [Толмачев, 1941, 1964; Королева и др., 2014]. Более высокая доля арктической фракции размещает флору горных тундр Хибин на границе между

гипоарктическим и низкоарктическим типами, для которых определены следующие критерии: арктическая фракция — 40–60 %, гипоарктическая — 30 % и менее, бореальная — не более 25 % [Королева и др., 2014].

В парциальной флоре *гольцовых пустынь* (рис. 1) арктическая фракция преобладает и составляет 63 %. К ней принадлежат наиболее активные виды гольцовых пустынь, среди которых *Juncus trifidus*, *Saxifraga oppositifolia*, *Salix polaris* (виды с аркто-альпийским типом ареала). Гипоарктическая фракция на втором месте (23 %), её типичные и довольно постоянные представители в наиболее многовидовых сообществах гольцовых пустынь — *Empetrum hermaphroditum* и *Arctous alpina*. В бореальной фракции (14 %) отмечены в основном аркто-бореальные и аркто-бореально-монтанные виды, среди них, например, *Betula nana* и *Salix hastata*. Присутствие полизональных видов (*Deschampsia cespitosa*, *Tussilago farfara*) отмечено в гольцовых пустынях в антропогенном местообитании и является до настоящего времени единственным показателем антропогенного воздействия на флору этого горного пояса.

В группе активных видов гольцовых пустынь (16 видов) сохраняется примерно такое же соотношение основных фракций широтных элементов. Преобладает арктическая фракция (69 %), далее гипоарктическая (19 %) и бореальная (12 %).

Соотношение фракций сближает парциальную флору пояса гольцовых пустынь с флорами арктического типа, подтип собственно арктический или среднеарктический. В нем арктическая фракция должна составлять 61–70 %, гипоарктическая — 20–28 %, бореальная — 10–16 % [Королева и др., 2014].

Долготные элементы. Среди долготных групп в горно-тундровом поясе и поясе гольцовых пустынь преобладает группа видов с циркумареалами (45 и 55 %) (рис. 2). В горно-тундровом поясе в ее составе вдвое больше циркумбореальных видов (среди них *Andromeda polifolia*, *Festuca ovina*, *Campanula rotundifolia*), чем циркумполярных (среди них, например, *Poa alpina*, *Phyllodoce coerulea*).

В горно-тундровом поясе также велика доля видов с амфиатлантическим типом распространения: примерно в равных долях встречаются восточно-американо-европейские (10 %, среди них, например, *Carex bigelowii*), восточно-американо-евроазиатские (10 %, из наиболее активных представителей — *Juncus trifidus*). Также велика доля евро-сибирских и евро-азиатских видов (15 %, это, например, *Salix lanata*, *S. lapponum*) и европейских (10 %, это, например, *Trollius europaeus* и *Papaver lapponicum*). Остальные группы видов малочисленнее, это евро-азиатско-западно-американские виды (3 %, среди них, например, *Linnaea borealis*, *Solidago virgaurea* ssp. *lapponica* и *Salix hastata*) и виды с амфиокеаническими ареалами (5 %, *Epilobium hornemannii*, *Loiseleuria procumbens*).

В поясе гольцовых пустынь в спектре долготных групп, так же как и в горно-тундровом поясе, преобладают виды с циркумареалами (рис. 2), их доля выше (55 %), причем участие циркумбореальных видов в этой группе невелико, наиболее активные виды — *Cardamine bellidifolia*, *Festuca ovina*, *Vaccinium vitis-idaea* ssp. *minus*. Группа с амфиатлантическим распространением в поясе гольцовых пустынь на втором месте (25 %), из них восточно-американо-европейских и американо-европейских 10 % (среди них, например, *Carex bigelowii*, *Beckwithia glacialis*) и восточно-американо-евро-сибирских и восточно-американо-евро-азиатских 15 % (*Dryas octopetala*, *Gnaphalium supinum*). Доли видов с евро-азиатским и европейским типами ареалов в гольцовых пустынях примерно вдвое ниже, чем в горных тундрах (8 и 3 %).

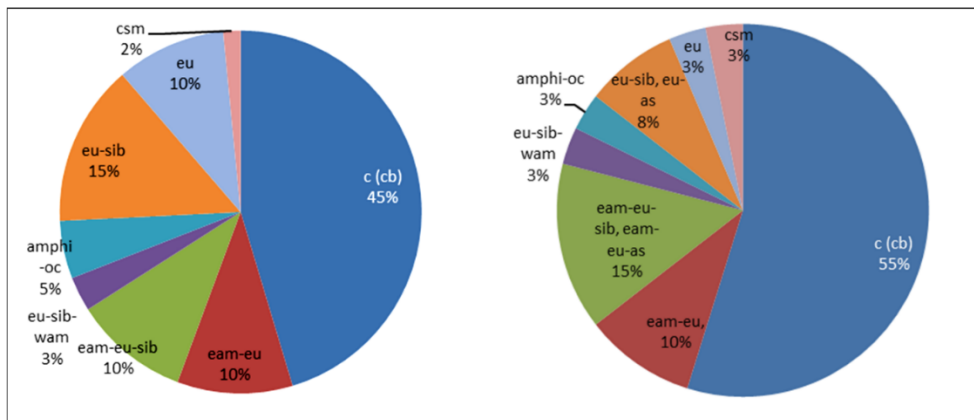


Рис. 2. Соотношение долготных элементов в горно-тундровом поясе (слева) и в поясе гольцовых пустынь (справа):

c — виды с циркумареалами; csm — космополитные; eam-eu — восточноамериканско-европейские и европейско-американские виды; eam-eu-as — восточноамериканско-евразийские виды (включая восточноамериканско-европейско-сибирские); eu-as — евразийские виды, не встречающиеся на американском континенте (включая европейско-сибирские и европейско-западносибирские); eu-as-wam — западноамериканско-евразийские и западноамериканско-европейско-чукотские виды; amphi-oc — виды с амфиокеаническим (амфиатлантическим и амфиберингийским) ареалом; eu — европейские (включая фенноскандинавские) виды

Хорологический анализ парциальной флоры горно-тундрового пояса в нескольких точках Полярного и Северного Урала [Кулюгина, 2007; Дегтева и др., 2014] выявил более высокую долю бореальной фракции по сравнению с горно-тундровым поясом Хибин (44–46 % на Полярном Урале против 31 % в Хибинах). Доля арктической фракции, напротив, снижена (26–35 % на Полярном и Северном Урале против 43 % в горных тундрах Хибин), а доля гипоарктической фракции сравнима (20–27 % на Полярном и Северном Урале и 27 % в горных тундрах Хибин). Несколько отличные результаты были получены для парциальной флоры горно-тундрового пояса Полярного Урала Н. А. Секретаревой [2011], где арктическая, гипоарктическая и бореальная фракции составили 55, 28 и 17 % от флоры пояса. Что касается соотношения долготных групп, то общим для всех парциальных флор горно-тундрового пояса является преобладание видов с циркумареалами, что сближает горно-тундровые и гольцовопустынные флоры с зональными арктическими тундрами и свидетельствует об общности их происхождения [Толмачев, 1952].

Заключение

Таким образом, предварительный хорологический анализ флоры сосудистых растений поясов горных тундр и гольцовых пустынь объясняет их отчетливую дифференциацию в основном по соотношению долей широтных элементов. Соотношение основных фракций (арктической, гипоарктической и бореальной) сближает парциальную флору горно-тундрового пояса с гипоарктическим типом флор. Флора же пояса гольцовых пустынь относится к флорам арктического типа, подтипу собственно арктическому или

среднеарктическому. Общая черта парциальных флор горно-тундрового пояса и пояса гольцовых пустынь— преобладание видов с циркумареалами, что объединяет все арктические флоры, как расположенные на равнине, так и горные. Высокая доля видов с амфиатлантическими ареалами во флоре горных тундр и гольцовых пустынь обусловлена расположением района исследований на северо-западной окраине Европы и вблизи побережья Северного Ледовитого океана.

Список источников

- Аврорин Н. А., Качурин М. Х., Коровкин А. А.* Материалы по растительности Хибинских гор // Труды СОПС АН СССР. Сер. Кольская. Вып. 11. М.; Л. 1936. 93 с.
- Дёгтева С. В., Кулюгина Е. Е., Дубровский Ю. А., Новаковский А. Б.* Сравнительный анализ ценофлор горных тундр западного макросклона Северного и Приполярного Урала // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 1. С. 16–21.
- Кожин М. Н., Боровичев Е. А., Белкина О. А., Мелехин А. В., Давыдов Д. А., Костина В. А., Константинова Н. А.* К флоре памятников природы «Ущелье Айкуайвенчорр», «Криптограммовое ущелье» и «Юкспоррлак» (Мурманская область) // Труды КарНЦ РАН. Сер. Биogeография. 2019. № 8. С. 62–79.
- Королева Т. М., Зверев А. А., Петровский В. В., Поспелов И. Н., Поспелова Е. Б., Ребристая О. В., Хитун О. В., Чиненко С. В.* Анализ спектров широтной географической структуры локальных и региональных флор Азиатской Арктики // Растительный мир Азиатской России. 2014. № 4 (16). С. 36–54.
- Костина В. А., Белкина О. А.* Растительный покров // Флора высших растений Ловозерских гор (сосудистые и мохообразные). СПб.: Наука, 1991. С. 11–35.
- Костина В. А., Белкина О. А., Константинова Н. А.* Краткий очерк природных условий // Мохообразные и сосудистые растения территории Полярно-альпийского ботанического сада (Хибинские горы, Кольский полуостров). Апатиты, 2001. С. 8–15.
- Куваев В. Б.* Холодные гольцовые пустыни в приполярных горах северного полушария / отв. ред. В. Н. Павлов. М.: Наука, 1985. 78 с.
- Куваев В. Б.* Флора субарктических гор Евразии и высотное распределение её видов. М.: Тов-во научн. изд. КМК, 2006. 568 с.
- Кулюгина Е. Е.* Флора сосудистых растений горно-тундрового пояса // Биоразнообразие экосистем Полярного Урала / под ред. М. В. Гецен. Сыктывкар, 2007. С. 142–159.
- Мишкин Б. А.* Флора Хибинских гор, ее анализ и история. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 113 с.
- Раменская М. Л.* Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1983. 216 с.
- Секретарева Н. А.* Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий. М.: Тов-во научн. изд. КМК, 2004. 131 с.
- Секретарева Н. А.* О терминологии географических широтных элементов в Арктике // Бот. журн. 2010. Т. 95, № 4. С. 448–463.
- Секретарева Н. А.* О географической структуре высокогорных флор Полярного Урала (на примере флоры среднего течения р. Б. Пайпудына) // Бот. журн. 2011. Т. 96, № 9. С. 1185–1196.
- Толмачев А. И.* О количественной характеристике флор и флористических областей // Тр. Сев. базы АН СССР. М.; Л., 1941. Вып. 8. 40 с.
- Толмачев А. И.* К истории развития флор Советской Арктики // Арeал. Вып. 1 / под ред. А. И. Толмачева. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 13–19.

Толмачев А. И. Теоретические проблемы изучения флор Арктики // Проблемы Севера. М.; Л., 1964. Вып. 8. С. 5–18.

Хитун О. В. Внутриландшафтная структура флоры окрестностей устья реки Тиникьяха (северные гипоарктические тундры Гыданского полуострова) // Бот. журн. 2002. Т. 87, № 8. С. 1–24.

Хитун О. В. Анализ внутриландшафтной структуры флор на примере локальной флоры среднего течения реки Хальмерьяха (Западносибирская Арктика) // Бот. журн. 2003. Т. 88, № 10. С. 21–39.

Шляков Р. Н. Флора листостебельных мхов Хибинских гор. Мурманск, Мурманское книж. изд-во: 1961. 249 с.

Юрцев Б. А. Флора Сунтар-Хаята: проблемы истории высокогорных ландшафтов Северо-Востока Сибири. Л.: Наука, 1968. 234 с.

Юрцев Б. А., Камелин Р. В. Очерк системы основных понятий флористики // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л.: Наука. 1987. С. 242–266.

Юрцев Б. А., Камелин Р. В. Основные понятия и термины флористики. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1991. 80 с.

Юрцев Б. А., Сёмкин Б. И. Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов // Бот. журн. 1980. Т. 65, № 12. С. 1706–1718.

An Online Flora of All Known Plants, <http://www.worldfloraonline.org/> (дата обращения: 19.06.2021).

Global Biodiversity Information Facility, GBIF, <http://gbif.ru/> (дата обращения: 19.06.2021).

Hultén E., Fries M. Atlas of North European Vascular Plants North of the Tropic of Cancer. Koeltz Scientific Books, 1986. Vol. 1. 1172 p.

References

An Online Flora of All Known Plants, <http://www.worldfloraonline.org/> (дата обращения: 19.06.2021).

Avrorin N. A., Kachurin M. Kh., Korovkin A. A. Materialy po rastitel'nosti Khibinskikh gor [Materials on the vegetation of the Khibiny Mountains] // Trudy Soveta po izuch. proizvoditel'nykh sil. Ser. Kol'skaya [Proceed. Council for the Study of Productive Forces. Ser. Kola]. 1936. Vol. 11. P. 3–93

Degteva S. V., Kulugina E. E., Dubrovsky Y. A., Novakovskiy A. A. Comparative analysis of coenofloras of mountain tundra communities in the west macroslope of Northern and Subpolar Ural // Theoretical and Applied Ecology. 2014. No 1. P. 16–21. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2014-1-016-021>

Global Biodiversity Information Facility, GBIF, <http://gbif.ru/> (дата обращения: 19.06.2021).

Hultén E., Fries M. Atlas of North European Vascular Plants North of the Tropic of Cancer. Koeltz Scientific Books, 1986. Vol. 1. 1172 p.

Khitun O. V. Analysis of intralandscape structure of the flora of the middle reaches of the Kholmeryakha River (the Gydansky Peninsula) // Russian botanical journal. 2003. Vol. 88, No 10. P. 21–39.

Khitun O. V. Intralandscape structure of the flora of the Tinikyakha River lower reaches (the Gydansky Peninsula, West Siberian Arctic, northern hypoarctic tundra subzone) // Russian botanical journal. 2002. Vol. 87, No 8. P. 1–24.

Koroleva T. M., Zverev A. A., Petrovsky V. V., Pospelov I. N., Pospelova E. B., Rebristaya O. V., Khitun O. V., Chinenko S. V. Analysis of spectra of latitudinal

geographical structure of local and regional floras of the Asian Arctic // *Flora and Vegetation of Asian Russia*. 2014. No 4 (16). P. 36–54.

Kostina V. A., Belkina O. A. Rastitel'nyy pokrov // *Flora vysshikh rasteniy Lovozerskikh gor (sosudistyye i mokhoobraznyye)*. S.-Pb.: Nauka, 1991. P. 11–35.

Kostina V. A., Belkina O. A., Konstantinova N. A. Kratkiy ocherk prirodnykh usloviy // *Mokhoobraznyye i sosudistyye rasteniya territorii Polyarno-al'piyskogo botanicheskogo sada (Khibinskiye gory, Kol'skiy poluostrov)*. Apatity, 2001. P. 8–15.

Kozhin M. N., Borovichev E. A., Belkina O. A., Melekhin A. V., Davydov D. A., Kostina V. A., Konstantinova N. A. Notes on the flora of the nature monuments Aikuaivenchorr gorge, Kriptogrammoev gorge, and Juksporrlak, Murmansk Region // *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Biogeography*. 2019. No 8. P. 62–79.

Kulugina E. E. Flora of vascular plants of mountain tundra zone biodiversity of the Polar Ural ecosystems / Ed. M. V. Getsen. Syktyvkar, 2007. P. 142–159.

Kuvaev V. B. Cold bald-mountain deserts in subpolar regions of the Northern Hemisphere / Ed. V. N. Pavlov. M.: Nauka, 1985. 78 p.

Kuvaev V. B. Flora of subarctic mountains of Eurasia and the altitudinal distribution of species. M.: KMK, 2006. 568 p.

Mishkin V. A. Flora Khibinskikh gor, ee analiz i istoriya [Flora of the Khibiny Mountains, its analysis and history]. Moscow; Leningrad: AN USSR, 1953. 113 p.

Ramenskaya M. L. Analysis of the flora of Murmansk Region and Karelia. Leningrad: Nauka, 1983. 216 p.

Sekretareva N. A. O geograficheskoy strukture vysokogornnykh flor Polyarnogo Urala (na primere flory srednego techeniya r. B. Paypudyna) // *Russian botanical journal*. 2011. Vol. 96, No 9. P. 1185–1196.

Sekretareva N. A. On the terminology of geographic latitudinal elements in the Arctic // *Russian botanical journal*. 2010. Vol. 95, No 4. P. 448–463.

Sekretareva N. A. Vascular Plants of the Russian Arctic and Adjacent Territories. M.: KMK, 2004. 131 p.

Shlyakov R. N. Moss flora of Khibiny Mountains. Murmansk, Murmanskoye knizh. izd-vo, 1961. 249 p.

Tolmachev A. I. K istorii razvitiya flor Sovetskoy Arktiki // *Areal*. Iss. 1 / Ed. A. I. Tolmachev. M.; L.: AN USSR, 1952. P. 13–19.

Tolmachev A. I. O kolichestvennoy kharakteristike flor i floristicheskikh oblastey // *Tr. Sev. bazy AN SSSR*. M.; L., 1941. Iss. 8. 40 p.

Tolmachev A. I. Teoreticheskiye problemy izucheniya flor Arktiki // *Problemy Severa*. M.; L., 1964. Iss. 8. P. 5–18.

Yurtsev B. A. Flora of Suntar Khayata: Problems of the history of high mountain landscapes of North East Siberia. L.: Nauka, 1968. 234 p.

Yurtsev B. A., Kamelin R. V. Basic concepts and terms of floristry. Perm: Izd-vo Permskogo universiteta, 1991. 80 p.

Yurtsev B. A., Kamelin R. V. Ocherk sistemy osnovnykh ponyatiy floristiki // *Teoreticheskiye i metodicheskiye problemy sravnitel'noy floristiki*. L.: Nauka. 1987. P. 242–266.

Yurtsev B. A., Semkin B. I. Study of local and partial floras by mathematical methods // *Russian botanical journal*. 1980. Vol. 65, No 12. P. 1706–1718.

Статья поступила в редакцию 30.05.2021; одобрена после рецензирования 03.08.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 30.05.2021; approved after reviewing 03.08.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 581.55(470.111)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.004

ВОДНАЯ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЭСТУАРИЯ РЕКИ ПЕЧОРЫ И ВОДОЕМОВ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТУНДР

Ольга Васильевна Лавриненко¹, Татьяна Владиславовна Дьячкова²

¹Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; lavrino@mail.ru

²Государственный природный заповедник «Ненецкий», Нарьян-Мар, Россия; ms.tanya.dyachkova@mail.ru

Аннотация

Впервые для территории заповедника «Ненецкий» и в целом для восточноевропейских тундр в традициях флористической классификации описаны сообщества макрофитов и околоводных гигрофитов. Они отнесены к 23 ассоциациям и 4 типам сообществ из 11 союзов, 9 порядков и 5 классов растительности. Две ассоциации водных бриофитов (*Calliergonetum megalophylli* ass. nov. и *Warnstorfieta trichophyllae* ass. nov.) — новые.

Ключевые слова:

классификация Браун-Бланке, водная и прибрежно-водная растительность, Арктика

Благодарности:

благодарим О. М. Афонину (Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук) за определение мхов, А. А. Боброва (Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина Российской академии наук) за определение некоторых водных растений, директора заповедника «Ненецкий» С. А. Золотого и инспектора В. Н. Матвеева за помощь при проведении экспедиций. Исследование выполнено на средства гранта Российского научного фонда (проект № 20-17-00160).

Original article

AQUATIC AND SEMI-AQUATIC VEGETATION OF THE PECHORA RIVER ESTUARY AND WATER BODIES OF THE SURROUNDING TUNDRA

Olga V. Lavrinenko^{1, 2}, Tatyana V. D'yachkova²

¹Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia; lavrino@mail.ru

²Nenets Nature Reserve, Naryan-Mar, Russia; ms.tanya.dyachkova@mail.ru

Abstract

For the first time, communities of macrophytes and near-water hygrophytes in the tradition of floristic classification have been described for the Nenetsky reserve territory and for the East European tundra in general. They are assigned to 23 associations and 4 types of communities from 11 alliances, 9 orders and 5 classes of vegetation. Two associations of aquatic bryophytes (*Calliergonetum megalophylli* ass. nov. and *Warnstorfieta trichophyllae* ass. nov.) are new.

Keywords:

Braun-Blanquet classification, aquatic and semi-aquatic vegetation, Arctic

Acknowledgments:

we are sincerely grateful to Dr. O. M. Afonina (Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences) for mosses identification, and PhD A. A. Bobrov (Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences) for his help of identification some vascular plants, to Director S.A. Zolotoy and inspector V. N. Matveev of the State Nature Reserve "Nenetsky" for their help during expeditions. This work was supported by the Russian Science Foundation (project 20-17-00160).

Введение

Работа над Продромусом растительности Российской Арктики, проводимая в лаборатории динамики растительного покрова Арктики Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (БИН), высветила пробелы в синтаксономическом наполнении некоторых классов растительности, в частности основных классов водных и околоводных местообитаний — *Potamogetonetea* и *Phragmito-Magnocaricetea*. Для них в литературе известно лишь три и пять ассоциаций соответственно на столь обширной территории [Холод, 2007; Синельникова, 2009; Лавриненко, Лавриненко, 2018; Мосеев, Сергиенко, 2020]. Еще шесть ценозов второго класса приведены в ранге типа сообщества [Королева и др., 2011; Телятников и др., 2019; Нешатаев, Лавриненко, 2020].

Проведенные нами целенаправленные исследования водных и околоводных сообществ позволили уменьшить этот пробел для восточноевропейского сектора Арктики.

Материалы и методы

Описания (всего 78) выполнялись с 27 июля по 13 августа 2020 г. на территории заповедника «Ненецкий» — островах Ловецкий и Кашин, в Коровинской губе и в дельте реки Печоры, а также на мысе Болванский Нос (справа от устья Большой Печоры). Размеры пробных площадок для ценозов макрофитов — 5 × 5 м, для околоводных зарослей — 1 × 10 м. Сообщества описаны в мелководных (10–50 см глубиной), хорошо прогреваемых озёрах и старицах с песчаным и заиленным дном, в торфяных термокарстовых озёрах, в акватории Коровинской губы, в протоках дельты реки Печоры (включая искусственный загрязненный углеводородами «грифон» протоки Малый Гусинец) и на их берегах и мелководьях, а также в периодически осушаемых небольших водоемах. Заросли крупных рдестов на глубине 0,8–1,2 м описывали с лодки, доставая растения из воды с помощью граблей. Выявляли все сосудистые растения и мохообразные. Участие видов оценивали по шкале: г — единично; + — менее 1 %; 1 — 1–5 %; 2a — 6–12 %; 2b — 13–25 %; 3 — 26–50 %; 4 — 51–75 %; 5 — 76–100 %. Для каждого синтаксона выполнено от 1 до 10 описаний; для 4–10 описаний рассчитывали константность по шкале (%): I — > 0–20, II — 21–40, III — 41–60, IV — 61–80, V — 81–100.

Результаты

После табличной обработки установлено 27 синтаксонов уровня ассоциации (включая четыре оставленных в ранге типа сообщества), большинство из которых ранее описаны валидно в других регионах. Синтаксоны отнесены к 11 союзам из 9 порядков и 5 классов.

Класс (далее — К.). *Platyhypnidio-Fontinalietea antipyreticae* Philippi 1956 (в табл. сокр. — *P.-F. a.*). Порядок (далее — П.). *Leptodictyetalia riparii* Philippi 1956 (*L. r.*). Союз (далее — С.) *Fontinalion antipyreticae* W. Koch 1936 (*F. a.*).

Сводная таблица водной растительности

Класс	<i>P.-F. a.</i>			<i>Phragmito-Magnocaricetea</i>					<i>Potamogetonetea</i>									
Порядок	<i>L. m.</i>		<i>L. r.</i>		<i>Magnocaricetalia</i>		<i>Oenanthetalia aquatica</i>			<i>Potamogetonetalia</i>								<i>C. h.-R. a.</i>
Союз	<i>L. m.</i>		<i>F. a.</i>		<i>C.-R. h.</i>		<i>E. p.-S. s.</i>			<i>Potamogetonion</i>								<i>R. a.</i>
Ассоциация / тип сообщества	<i>L. t.</i>	<i>C. m.</i>	<i>W. t.</i>	<i>W. t.-C. p.</i>	<i>C. p.</i>	<i>L.-S. n.</i>	<i>H. v.</i>	<i>S. h.</i>	<i>M. v.</i>	<i>M. s.</i>	<i>P. s.</i>	<i>P. b.</i>	<i>P. f.</i>	<i>P. per.</i>	<i>P. pec.</i>	<i>P. pr.</i>	<i>C. h.</i>	
Местоположение*	Б	Б, Л	Б, Л	Б	Б	ДП	Б, Л	Б, Л, К, ДП	Б, К	Б, Л, К, ДП	Л	Б,Л	КГ	ДП	КГ	ДП, КГ	ДП	
Число описаний	1	3	3	3	4	2	3	10	2	6	1	3	1	3	1	3	1	
Номер синтаксона	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	
Диагностический вид (д. в.) асс. <i>Lemnetum trisulcae</i> den Hartog 1963																		
<i>Lemna trisulca</i>	1 ⁵	1 ^{2b}	.	.	.	.	.	I ^{+,1}	.	IV ^{r-2b}	1 ⁺	2 ⁺	
Д. в. асс. <i>Calliergonetum megalophylli</i> ass. nov.																		
<i>Calliergon megalophyllum</i>	.	3 ^{4,5}	.	.	.	.	.	I ⁺	
Д. в. асс. <i>Warnstorfiatum trichophyllae</i> ass. nov.																		
<i>Warnstorfia trichophylla</i>	.	.	3 ⁵	3 ^{2a,5}	.	.	.	.	.	.	.	1 ¹	.	.	.	.	.
Д. в. асс. <i>Comaretum palustris</i> Markov et al. 1955																		
<i>Comarum palustre</i>	.	.	.	3 ⁵	V ⁵	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Д. в. асс. <i>Lemno-Sagittarietum natantis</i> Taran et Tyurin 2005																		
<i>Sagittaria natans</i>	.	.	.	.	.	2 ^{2a,3}	.	.	.	I ⁺	
Д. в. асс. <i>Hippuridetum vulgaris</i> Passarge 1955																		
<i>Hippuris vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	3 ^{2b-4}	II ^{r-2a}	.	I ⁺	
Д. в. <i>Sparganium hyperboreum</i> com. type																		
<i>Sparganium hyperboreum</i>	.	2 ^r	.	1 ^{2a}	.	.	3 ^{r,+}	V ³⁻⁵	1 ⁺	II ^{+,2a}	1 ^{2a}	2 ^{1,2b}	.	.	.	.	.
Д. в. асс. <i>Myriophylletum verticillati</i> Gaudet ex Šumberová in Chytrý 2011																		
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	1 ^{2a}	.	.	.	.	.	I ^{2b}	2 ^{3,5}	I ⁺	
Д. в. асс. <i>Myriophylletum sibirici</i> Taran 1998																		
<i>M. sibiricum</i>	.	.	.	.	.	1 ^{2b}	.	I ^{2a,2b}	.	V ³⁻⁵	.	1 ⁺	

Д. в. <i>Potamogeton sibiricus</i> com. Type																	
<i>Potamogeton sibiricus</i>	.	.	1 ⁺	I ⁺	.	III ^{r,+}	1 ⁴	.	.	.	.	.
Д. в. acc. <i>Potamogetonnetum berchtoldii</i> Krasovskaja 1959																	
<i>P. berchtoldii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺	2 ⁺	.	.	3 ^{2b-5}	.	.	.	.
Д. в. acc. <i>Potamogetonnetum filiformis</i> Koch 1926																	
<i>Stuckenia filiformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I ^r	1 ^{2a}	2 ^{r,2a}	.	1 ^{2a}
Д. в. acc. <i>Potamogetonnetum perfoliati</i> Miljan 1933																	
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺	1 ⁺	3 ³⁻⁵	.	.
Д. в. acc. <i>Potamogetonnetum pectinati</i> Carstensen ex Hilbig 1971																	
<i>Stuckenia pectinata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺	1 ⁴	1 ¹
Д. в. acc. <i>Potamogetonnetum praelongi</i> Hild 1959																	
<i>Potamogeton praelongus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 ⁺	.	3 ^{2b,5}
Д. в. acc. <i>Callitrichetum hermaphroditicae</i> Černohous et Husák 1986																	
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	.	.	.	.	.	.	1 ⁺	.	.	.	II ^{r,2b}	.	1 ^{2b}	.	.	.	1 ^{2a} 1 ⁴
Прочие виды																	
<i>Hippuris lanceolata</i>	.	.	1 ¹	.	.	.	I ^r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	.	.	1 ¹	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺
<i>Calliergon giganteum</i>	.	.	.	.	2 ¹	.	.	.	I ⁺
<i>Potamogeton alpinus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 ^{2a}	I ⁺
<i>Sparganium angustifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II ^{1,2b}	.	.	.	.	.	.
<i>Fontinalis hypnoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I ^{2a}	.	.	.	.	.	.

Примечание. С обилием г или + также отмечены в синтаксоне: **5** — *Carex aquatilis*; **8** — *Warnstorfia exannulata* (B. S. G.) Loeske; **10** — *Callitriche palustris*, *Eleocharis palustris*, *Potamogeton pusillus* L., *Subularia aquatica* L., *Sciuro-hypnum reflexum* (Starke) Ignatov & Huttunen.

* Здесь и в табл. 2: Б — мыс Болванский Нос; ДП — дельта реки Печоры; КГ — Коровинская губа; К — остров Кашин; Л — остров Ловецки
Расшифровка сокращений названий синтаксонов приведена в тексте.

Ассоциация (далее — асс.) *Calliergonetum megalophylli* ass. nov. (holotypus — оп. L54: остров Ловецкий в Печорской губе, старичное озеро 5 × 15 м, до 1 м глубиной с песчаным дном, 68°21'34,6" с. ш., 53°57'27,2" в. д., 13.08.2020, автор — О. В. Лавриненко). Состав: *Calliergon megalophyllum* Mikut. (доминант и д. в.) — 5. Сплошные (40 см выс., 80–100 % покрытие) подводные моновидовые заросли мха (табл. 1, синтаксон 2).

Асс. *Warnstorfiatum trichophyllae* ass. nov. (holotypus — оп. БН7, озеро на мысе Болванский Нос, 27.07.2020, 68°17'27,3" с. ш., 54°29'45,3" в. д., авторы — О. В. Лавриненко, Т. В. Дьячкова). Состав: *Warnstorfia trichophylla* (Warnst.) Toum. & T. J. Кор. (доминант и д. в.) — 5. Моновидовые заросли мха (10–15 см, 100 %), сплавина на краю озера (табл. 1, 3).

К. *Lemnetea* O. de Bolòs et Masclans 1955 (*L.*); П. *Lemnetalia minoris* O. de Bolòs et Masclans 1955 (*L. m.*); С. *Lemnion minoris* O. de Bolòs et Masclans 1955 (*L. m.*)

Асс. *Lemnetum trisulcae* den Hartog 1963: сообщества *Lemna trisulca* L. на поверхности и в приповерхностном слое воды в озёрах и старицах (табл. 1, 1).

К. *Potamogetonetea* Klika in Klika et Novák 1941; П. *Potamogetonetalia* Koch 1926; С. *Potamogetonion* Libbert 1931

Асс. *Myriophylletum sibirici* Taran 1998: сообщества *Myriophyllum sibiricum* Kom. (30–70 см, 60–100 %) в озёрах, старицах и протоках с медленным течением с вязким или плотным илистым, или песчаным дном. В примеси — *Sparganium angustifolium* Michx., *Potamogeton sibiricus* A. Benn., *Lemna trisulca*, некоторые мхи (табл. 1, 10).

Асс. *Myriophylletum verticillati* Gaudet ex Šumberová in Chytrý 2011: сообщества *Myriophyllum verticillatum* L. (25–60 см, 70–100 %) в мелководных старицах и озёрах с вязким илистым дном. В примеси — *Potamogeton alpinus* Balb., *P. berchtoldii* Fieb. (табл. 1, 9).

Асс. *Potamogetonetum berchtoldii* Krasovskaja 1959: сообщества *Potamogeton berchtoldii* (30 см, 30–100 %) на мелководье у берегов озёр с прозрачной водой и плотным, иногда каменистым, слегка заиленным грунтом. В примеси — *Callitriche hermaphroditica* и *Sparganium hyperboreum* Laest. 1853 (табл. 1, 12).

Асс. *Potamogetonetum filiformis* Koch 1926: сообщества *Stuckenia filiformis* (20 см, 10 %) в Коровинской губе на глубине 50 см на иловатых песчаных почвах (табл. 1, 13).

Асс. *Potamogetonetum pectinati* Carstensen ex Hilbig 1971: сообщества *Stuckenia pectinata* (L.) Börner (30 см, 60 %) на глубине 50 см на песчано-галечном грунте в Коровинской губе (табл. 1, 15).

Асс. *Potamogetonetum perfoliati* Miljan 1935: заросли *Potamogeton perfoliatus* L. (1,0–1,2 м, 50–80 %) на глубине 0,8–1,2 м в Коровинской губе и в нижнем течении впадающих в нее проток, на иловатых песчаных почвах. В примеси — *Stuckenia filiformis* (табл. 1, 14).

Асс. *Potamogetonetum praelongi* Hild 1961: заросли *Potamogeton praelongus* Wulf. (1,0–1,2 м, 80–90 %) в аналогичных местообитаниях. По краям «грифона» описаны низкорослые и менее сомкнутые (20 см, 35 %) сообщества (табл. 1, 16).

Тип сообществ (далее — com. type) *Potamogeton sibiricus*: заросли рдеста (20 см, 95 %) на мелководье озера с плотным заиленным грунтом. В примеси — *Sparganium hyperboreum* (табл. 1, 11).

П. *Callitriche hamulatae–Ranunculetalia aquatilis* Passarge ex Theurillat in Theurillat et al. 2015 (*C. h.–R. a.*); С. *Ranunculion aquatilis* Passarge ex Theurillat in Theurillat et al. 2015 (*R. a.*)

Асс. *Callitricetum hermaphroditicae* Černošous et Husák 1986: сообщества *Callitriche hermaphroditica* L. (10 см, 70 %) по краям «грифона» на протоке Малый Гусинец, в примеси — *Stuckenia filiformis* (Pers.) Börner. (табл. 1, 17).

К. *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941; П. *Magnocaricetalia* Pignatti 1953; С. *Carici-Rumicion hydrolapathi* Passarge 1964 (С.-R. h.)

Асс. *Comaretum palustris* Markov et al. 1955 и *Warnstorfia trichophylla-Comarum palustre* com. type: сплавина *Comarum palustre* L. (30–50 см, 90–100 %) и она же с *Warnstorfia trichophylla* (в примеси — *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb.) по краям озёр (табл. 1, 4 и 5).

Асс. *Menyanthetum trifoliatae* Steffen 1931 var. *Sphagnum platyphyllum* var. пов.: обводненные заросли *Menyanthes trifoliata* L. с густым нижним ярусом из *Sphagnum platyphyllum* (Lindb. ex Breithw.) Sull. ex Warnst. (25 см, по 80 % в каждом ярусе) на краю озера с песчаным дном (табл. 2, 5).

С. *Magnocaricion elatae* Koch 1926

Асс. *Calamagrostietum purpureae* Taran 1995: заросли *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin. (1,0–1,4 м, 100 %), на берегу озера. В примеси — *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile* L. и другие гидрофиты (табл. 2, 2).

Асс. *Caricetum aquatilis* Savich 1926 и асс. *Carici aquatilis-Comaretum palustris* Taran 1995: прибрежно-водные заросли осоки *Carex aquatilis* Wahlenb. и ее же с сабельником (70–100 см, 95–100 %), изредка в примеси есть *Cicuta virosa* L. (табл. 2, 3 и 4).

П. *Oenanthetalia aquatica* Hejný ex Balátová-Tuláčková et al. 1993; С. *Eleocharito palustris-Sagittarion sagittifoliae* Passarge 1964 (E. p.-S. s.)

Асс. *Eleocharietum palustris* Savich 1926: сообщества *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult. (20–30 см, 70–80 %) на песчаном или галечном грунте на берегах и мелководье проток Печоры. В примеси — *Lemna trisulca* и мох *Fontinalis hypnoides* Hartm. (табл. 2, 1).

Асс. *Hippuridetum vulgaris* Passarge 1957: сообщества *Hippuris vulgaris* L. (30–50 (70) см, 20–70 %) в озёрах с песчаным дном (табл. 1, 7).

Асс. *Lemno-Sagittarietum natantis* Taran et Tyurin 2005: сообщества *Sagittaria natans* PC. (10–60 %) на мелководье и заиленной осушке проток дельты реки Печоры (табл. 1, 6).

Sparganium hyperboreum com. type: сообщества *Sparganium hyperboreum* (20–100(150) см, 40–100 %) в озёрах, старицах, протоках с медленным течением, пересыхающих лужах; в примеси — *Hippuris vulgaris* и виды *Myriophyllum* spp. (табл. 1, 8).

П. *Phragmitetalia* Koch 1926; С. *Phragmition communis* Koch 1926

Асс. *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1931: сообщества *Equisetum fluviatile* L. (40–70 см, 10–60 %) на заиленных песчаных грунтах по берегам озёр (табл. 2, 7).

Асс. *Hippuridetum lanceolatae* Pestyakov et Gogoleva 1989: заросли *Hippuris lanceolata* Retz. (20–45 см, 60–90 %) на песчаных и илистых берегах проток в дельте реки Печоры и озёр, имеющих связь с морем и подверженных влиянию приливов (табл. 2, 8).

С. *Nardosmion laevigatae* Klotz et Köck 1986 (N. I.)

Асс. *Nardosmietum laevigatae* Klotz et Köck 1986: моновидовые заросли *Petasites radiatus* (J. F. Gmel.) Toman (30 см, 90 %) на галечных берегах проток Печоры (табл. 2, 6).

Сводная таблица прибрежно-водной растительности

Класс	<i>Phragmito-Magnocaricetea</i>										<i>I.-N.</i>
Порядок	<i>O. a.</i>	<i>Magnocaricetalia</i>				<i>Phragmitetalia</i>			<i>Arctophiletalia fulvae</i>	<i>N.</i>	
Союз	<i>E. p.-S. s.</i>	<i>Magnocaricion elatae</i>			<i>C.-R. h.</i>	<i>N. l.</i>	<i>Phragmition communis</i>		<i>Arctophilion fulvae</i>	<i>E. s.</i>	
Ассоциация	<i>E. p.</i>	<i>C. p.</i>	<i>C. a.-C. p.</i>	<i>C. a.</i>	<i>M. t.</i>	<i>N. l.</i>	<i>E. f.</i>	<i>H. l.</i>	<i>A. f.</i>		<i>L. a.</i>
Субассоциация / вариант					<i>S. p.</i>				<i>typ.</i>	<i>r. h.</i>	
Местоположение	Б, К, ДП	Б	Б, Л	Б, К	К	ДП	Б	Б, Л, ДП	Б, Л, ДП	Б	ДП
Число описаний	3	1	4	3	1	1	2	5	6	1	1
Номер синтаксона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Диагностический вид (д. в.) асс. <i>Eleocharitetum palustris</i> Savich 1926											
<i>Eleocharis palustris</i>	3 ⁴⁻⁵	.	.	1 ^r	.	.	.	.	I ¹	.	.
Д. в. асс. <i>Calamagrostietum purpureae</i> Taran 1995											
<i>Calamagrostis purpurea</i> s. l.	.	1 ⁴	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Д. в. асс. <i>Carici aquatilis-Comaretum palustris</i> Taran 1995											
<i>Comarum palustre</i>	.	1 ^{2a}	V ^{2b-3}	.	.	.	.	.	I ^r	1 ^r	.
Д. в. асс. <i>Caricetum aquatilis</i> Savich 1926											
<i>Carex aquatilis</i>	.	.	V ⁴⁻⁵	3 ⁵	.	.	1 ⁺
Д. в. асс. <i>Menyanthetum trifoliatae</i> Steffen 1931 var. <i>Sphagnum platyphyllum</i>											
<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	1 ⁵	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum platyphyllum</i>	.	.	.	.	1 ⁵	.	.	.	.	.	.
Д. в. асс. <i>Nardosmietum laevigatae</i> Klotz et Köck 1986											
<i>Petasites radiatus</i>	.	.	.	.	.	1 ⁵	.	.	.	.	.
Д. в. асс. <i>Equisetetum fluviatilis</i> Nowiński 1930											
<i>Equisetum fluviatile</i>		1 ^{2b}	I ^r	1 ⁺			2 ^{2a-4}		I ⁺		
Д. в. асс. <i>Hippuridetum lanceolatae</i> Pstryakov et Gogoleva 1989											
<i>Hippuris lanceolata</i>	1 ⁺			1 ^r		.	1 ⁺	V ⁴⁻⁵	II ^{r,2a}	1 ⁺	.
Д. в. асс. <i>Arctophiletum fulvae</i> Lambert in Tannheiser 1976 субасс. <i>typicum</i>											
<i>Arctophila fulva</i>	1 ⁺	II ⁺	V ³⁻⁵	1 ^{2b}	.

Д. в. ас. <i>Arctophiletum fulvae</i> субасс. <i>ranunculetosum hyperborei</i> Möller 2003											
<i>Ranunculus hyperboreus</i>	.	.	.	.	.	.	1 ^r	.	.	1 ^{2b}	.
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 ^{2a}	.
<i>Calliergon giganteum</i>	.	.	.	1 ¹	.	.	.	.	I ^r	1 ^{2a}	.
Д. в. ас. <i>Rorippo dogadovae</i> – <i>Limoselletum aquaticae</i> Taran 2005											
<i>Limosella aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I ^r	.	1 ¹
<i>Filaginella uliginosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II ^r	.	1+
<i>Rorippa palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II ^{r+}	.	1 ^r
<i>Juncus bufonius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 ^r
Прочие виды											
<i>Lemna trisulca</i>	1 ^{2a}			I ^r							
<i>Fontinalis hypnoides</i>	1 ^{2b}										
<i>Calliergon cordifolium</i> (Hedw.) Kindb.				III ^r	2 ⁺						
<i>Cicuta virosa</i>				I ^{2a}							
<i>Caltha palustris</i> L.									I ^{2a}		
<i>Callitriche palustris</i>										1 ¹	1 ^r

Примечание. С обилием г или + также отмечены в синтаксоне: **1** — *Hippuris vulgaris*, *Sparganium angustifolius*, *Drepanocladus aduncus*; **2** — *Chrysosplenium alternifolium* L., *Galium uliginosum* L., *Myosotis palustris* (L.) L., *Poa palustris* L., *Stellaria crassifolia* Ehrh., *S. palustris* Retz., *Marchantia polymorpha* L., *Pellia neesiana* (Gott.) Limpr.; **3** — *Carex rostrata* Stokes, *Montia fontana* L., *Calliergon megalophyllum*, *Pseudobryum cinclidioides* (Hueb.) T. Kop., *Warnstorfia trichophylla*; **4** — *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. & Scherb., *Epilobium palustre* L., *Pseudobryum cinclidioides*; **5** — *Polytrichum jensenii* Hag., *Warnstorfia trichophylla*; **7** — *Potamogeton alpinus*, *Sparganium hyperboreum*; **8** — *Ranunculus pallasii* Schlecht.; **9** — *Calamagrostis neglecta*, *Cardamine pratensis* L., *Equisetum arvense* L., *Sparganium angustifolius*; **10** — *Equisetum arvense*, *Epilobium palustre*, *Eriophorum scheuchzeri* Hoppe, *Montia fontana* L., *Bryum cyclophyllum* (Schwaegr.) B. S. G.

П. *Arctophiletalia fulvae* Pestryakov et Gogoleva in Kholod 2007;
С. *Arctophilion fulvae* Pestryakov et Gogoleva in Kholod 2007

Асс. *Arctophiletum fulvae* Lambert in Tannheiser 1976 субасс. *typicum*: почти чистые заросли *Arctophila fulva* (Trin.) Anderss. (40–70 см, 30–90 %) на песчаных, реже галечных берегах протоков в дельте реки Печоры и на песчаных отмелях по краям озёр (табл. 2, 9); субасс. *ranunculetosum hyperborei* Möller 2003: сообщества арктофилы с нижним ярусом из *Ranunculus hyperboreus* Rottb. и мхов *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) Gaertn., Meyer & Scherb. и *Calliergon giganteum* на берегу озера (табл. 2, 10).

К. *Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et Tx. in Br.-Bl. et al. 1952; П. *Nanocyperetalia* Klika 1935; С. *Eleocharition soloniensis* Philippi 1968

Limosella aquatica com. type: группировки одно- и малолетников (*Limosella aquatica* L., *Filaginella uliginosa* (L.) Opiz, *Juncus bufonius* L., *Rorippa palustris* (L.) Bess., *Callitriche palustris* L.) (1–5 см, 3 %) на илистой отмели по берегам протоков дельты реки Печоры (табл. 2, 11). Близкая ассоциация — *Rorippo dogadovae-Limoselletum aquatica* Taran 2005.

Заключение

Наличие разнообразных местообитаний в эстуарии реки Печоры (протоки с медленным течением, старицы, мелководные, хорошо прогреваемые летом заливы) и высокая степень заозёрности прилегающих тундровых участков обуславливают довольно высокое синтаксономическое разнообразие высшей прибрежно-водной и водной растительности, включая сообщества бриофитов (К. *Platyhypnidio-Fontinalietea antipyreticae*). Мы представили результаты первого опыта его изучения в тундрах. Примечательно, что почти все синтаксоны уровня ассоциации удалось идентифицировать. Сообщества многих из них сложены видами с обширными ареалами (циркум-, космополиты), поэтому распространены повсеместно. Так, с хорошо изученной растительностью бассейна среднетаежной реки Вычегды [Тетерюк, 2017] общих синтаксонов уровня ассоциации — восемнадцать. Мы описали две новые ассоциации водных бриофитов; в ранге com. type оставили четыре синтаксона, среди них сообщества *Sparganium hyperboreum*, встречающиеся почти во всех тундровых водоемах.

Впервые намного севернее прежних местонахождений обнаружено тринадцать видов растений — *Cicuta virosa*, *Eleocharis palustris*, *Juncus bufonius*, *Myriophyllum sibiricum*, *M. verticillatum*, *Potamogeton alpinus*, *P. berchtoldii*, *P. pusillus*, *P. sibiricus*, *Sagittaria natans*, *Sparganium angustifolium*, *Stuckenia filiformis*, *Subularia aquatica*. Некоторые из них из южных районов НАО, другие — из средней / южной частей Республики Коми, т. е. приводятся для округа впервые [Флора..., 1974–1979].

Список источников

Королева Н. Е., Чиненко С. В., Сорланд Э. Б. Сообщества маршей, пляжей и приморского пойменного эфемеретума Мурманского, Терского и востока Кандалакшского берега (Мурманская область) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2011. № 9. С. 26–62.

Лавриненко О. В., Лавриненко И. А. Классификация растительности соленых и солоноватых маршей Большеземельской тундры (побережье Баренцева

моря) // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2018. Т. 12, № 3. С. 82–143. <https://doi.org/10.24411/2072-8816-2018-10028>

Мосеев Д. С., Сергиенко Л. А. Приморская растительность эстуариев рек на полуострове Канин // Растительность России. 2020. № 39. С. 47–74. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2020.39.47>

Нешатаев В. В., Лавриненко И. А. Распределение растительности в долине р. Большая Хэхэганьяха (Большеземельская тундра) // Бот. журн. 2020. Т. 105, № 6. С. 556–577. <https://doi.org/10.31857/S000681362006006X>

Синельникова Н. В. Эколого-флористическая классификация растительных сообществ верховий Колымы. Магадан, 2009. 214 с.

Телятников М. Ю., Троева Е. И., Ермохина К. А., Пристяжнюк С. А. Растительность среднего течения р. Яхадьяха (южная часть арктических тундр п-ва Ямал) // Turczaninowia. 2019. Т. 22, № 2. Р. 58–79.

Тетерюк Б. Ю. Синтаксономический обзор растительности водоёмов бассейна реки Вычегда (европейский Северо-Восток России) // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2017. № 1 (29). С. 18–27.

Флора северо-востока европейской части СССР / под ред. А. И. Толмачева. Вып. 1–4. Л.: Наука, 1974–1977.

Холод С. С. Классификация растительности острова Врангеля // Растительность России. 2007. № 11. С. 3–135. doi: 10.31111/vegrus/2007.11.3

References

Flora severo-vostoka yevropeyskoy chasti SSSR / Ed. A. I. Tolmachev. Вып. 1–4. L.: Nauka, 1974–1977.

Kholod S. S. Classification of Wrangel Island vegetation // Rastitel'nost' Rossii. 2007. No 11. P. 3–135. doi: 10.31111/vegrus/2007.11.3

Koroleva N. E., Chinenko S. V., Sortland B. Marshes, beaches, and brackish water vegetation of Murmanskii, Terskiy and East of Kandalakshskiy bereg (Murmansk Region, Russia) // Phytodiversity of Eastern Europe. 2011. No 9. P. 26–62.

Lavrinenko O. V., Lavrinenko I. A. Classification of salt and brackish marshes vegetation of the Bolshezemel'skaya tundra (Barents Sea coastal) // Phytodiversity of Eastern Europe. 2018. Vol. 12, No 3. P. 82–143. <https://doi.org/10.24411/2072-8816-2018-10028>

Moseev D. S., Sergienko L. A. Coastal vegetation of the river estuaries on the Kanin peninsula // Rastitel'nost' Rossii. 2020. No 39. P. 47–74. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2020.39.47>

Neshataev V. V., Lavrinenko I. A. Distribution of vegetation in the Bolshaya Khekheganyakha river valley (Bolshezemel'skaya tundra) // Russian botanical journal. 2020. Vol. 105, No 6. P. 556–577. <https://doi.org/10.31857/S000681362006006X>

Sinelnikova N. V. Ekologo-floristicheskaya klassifikatsiya rastitel'nykh soobshchestv verkhoviy Kolymy. Magadan, 2009. 214 с.

Telyatnikov M. Y., Troeva E. I., Ermokhina K. A., Pristyazhnyuk S. A. Vegetation of the middle reaches of Yakhadiyaha river (the southern part of the arctic tundras of Yamal peninsula) // Turczaninowia. 2019. Vol. 22, No 2. P. 58–79.

Teteryuk B. Yu. Syntaxonomical overview of vegetation of water bodies of the Vychehda river basin (European North-East of Russia) // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Division of the Russian Academy of Sciences. 2017. No 1 (29). P. 18–27.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 15.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 15.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 581.552
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.005

СОПРЯЖЕННАЯ ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ВИДОВ В СООБЩЕСТВЕ ГОРНО-ТУНДРОВОГО ПОЯСА ХИБИНСКИХ ГОР (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Надежда Вячеславовна Любезнова

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва,
Россия; nvlubeznova@gmail.com*

Аннотация

В мозаичном, относительно богатом видами сообществе в горно-тундровом поясе Хибин наблюдаются две группы связанных между собой положительными корреляциями видов и шесть общих. В меньшей группе отрицательных корреляций почти нет; в большей — наблюдается разделение на подгруппы с большим числом отрицательных корреляций между подгруппами. Некоторые виды из подгруппы с кустарничковой жизненной формой между собой тоже имеют отрицательные корреляции.

Ключевые слова:

Хибин, горные тундры, корреляции Спирмена, пространственное распределение растений

Благодарности:

исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания Московского государственного университета № 121032500082-2.

Original article

CONJUGATE OCCURRENCE OF SPECIES IN THE COMMUNITY OF THE MOUNTAIN-TUNDRA BELT IN Khibiny MOUNTAINS (MURMANSK REGION)

Nadezhda V. Lyubeznova

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; nvlubeznova@gmail.com

Abstract

Strongly mosaic community rich in species was located in the mountain-tundra belt of the Khibiny Mts. The species of the community form two groups of species related to each other by positive correlations. There are six species in common for two groups. In the smaller group there are almost no negative correlations, in the larger one there is a division into subgroups with a large number of negative correlations between subgroups. Plants with a dwarf -shrub life form often avoid each other.

Keywords:

Khibiny Mts, mountain tundra, Spearman correlations, spatial distribution of plants

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts Lomonosov Moscow State University (121032500082-2).

Введение

Природные многовидовые фитоценозы не бывают однородными. Для них характерна мозаичность: часть видов конкурируют и вытесняют друг друга, другие вполне успешно сосуществуют вместе. Если проводить учет на маленьких площадках, то можно выявить группировки видов, длительное время успешно сосуществующих, и попытаться определить, почему сочетания с другими видами не встречаются.

Материалы и методы

Для исследования было выбрано сообщество, расположенное близ вершины горы Кукисвумчорр (N67°40'13,33" E33°41'23,51"), на склоне юго-западной экспозиции, на выположенной части склона крутизной 10–15 градусов, прикрытой с севера небольшим гребнем. Высота над уровнем моря 850–855 м, площадь примерно 50 на 20 м. Сообщество представляет собой комплекс фрагментов ассоциаций *Cassiopo-Salicetum herbaceae* Nordh. 1936 и *Loiseleurio-Diapsietum* Nordh. 1943 [Королева, 2001], но имеет оригинальные черты. Есть выходы скал и крупнокаменистые осыпи, почвы горно-тундровые, сильнокаменистые, сообщество освобождается от снега в середине — конце июня. Сообщество сильно мозаичное, относительно богатое видами: зафиксировано 38 видов сосудистых растений. Учетные площадки не закладывали на скалах, на которых отмечены виды: *Avenella flexuosa* (L.) Drej., *Oxyria digyna* (L.) Hill., *Cassiope tetragona* (L.) D. Don, *Cardamine bellidifolia* L., *Saxifraga oppositifolia* L., *Beckwithia glacialis* (L.) A. & D. Löve, *Salix phylicifolia* L., *Vaccinium myrtillus* L., которые не учитывали в анализе. Было заложено двадцать площадок 50 × 50 см, поделенных на квадраты 25 × 25 см, составленные из квадратиков 5 × 5 см, где расположение видов картографировали в 2011–2019 гг. В анализ не включали единично распространенные на площадках виды *Achillea milifolium* L. (после двух лет исчезла с площадки), *Betula pubescens* Ehrh., *Salix glauca* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub, который был занесен семенами, но после суровой зимы также исчез. Для определения совместной встречаемости видов были посчитаны корреляции Спирмена в программном пакете Statistica 10 для Windows. Оценка значимости параметров проведена на уровне 0,05.

Результаты и обсуждение

Первым результатом было наличие большого количества корреляций у 26 видов: 65 положительных, 93 отрицательных. Виды сообщества образуют две группы, связанные между собой положительными корреляциями (рис.). В первую, более крупную, входят 19 видов, и она частично соответствует составу ассоциации *Loiseleurio-Diapsietum* Nordh. 1943. Вторая, меньшая группа, включает 13 видов, ее состав соответствует ассоциации *Cassiopo-Salicetum herbaceae* Nordh. 1936. Кроме того, существуют шесть видов, связанных корреляциями с обеими группами. *Hieracium alpinum* L. и *Huperzia selago* (L.) Schrank et Mart мало представлены на площадках, имеют по две положительные корреляции и не имеют отрицательных корреляций с другими видами.

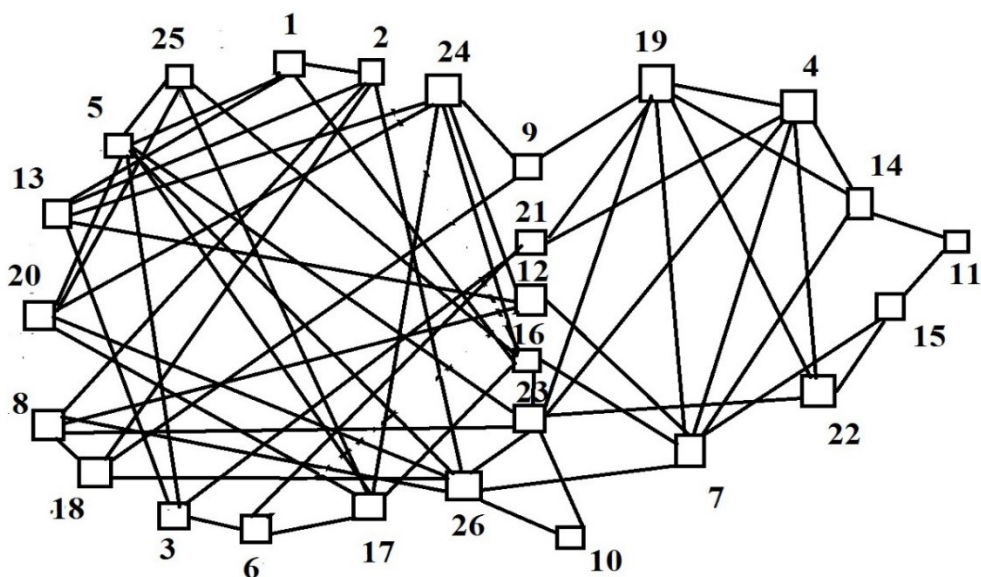


Рис. 1. Группы видов, имеющих положительные корреляции:

1 — *Antennaria dioica* (L.) Gaertn.; 2 — *Bartsia alpina* L.; 3 — *Campanula rotundifolia* L.; 4 — *Carex bigelowii* Torr. ex Schwein.; 5 — *Dryas octopetala* L.; 6 — *Empetrum hermaphroditum* Hagerup; 7 — *Festuca ovina* L.; 8 — *Omalotheca supina* (L.) DC.; 9 — *Harrimanella hyphoides* (L.) Cov.; 10 — *Hieracium alpinum* L.; 11 — *Huperzia selago* (L.) Schrank et Mart; 12 — *Jucus trifidus* L.; 13 — *Loiseleuria procumbens* L.; 14 — *Luzula arcuata* (Wahlenb.) Sw.; 15 — *Luzula spicata* (L.) DC.; 16 — *Lycopodium alpinum* L.; 17 — *Phyllodoce coerulea* (L.) Beb.; 18 — *Polygonum viviparum* L.; 19 — *Salix polaris* Wahl.; 20 — *Salix reticulata* L.; 21 — *Sibbaldia procumbens* L.; 22 — *Silene acaulis* (L.) Jacq.; 23 — *Solidago lapponica* Witker.; 24 — *Vaccinium uliginosum* L.; 25 — *Vaccinium vitis-idaea* L.; 26 — *Veronica alpina* L.

Carex bigelowii Torr. ex Schwein., *Festuca ovina* L., *Salix polaris* Wahl., *Silene acaulis* (L.) Jacq., *Luzula arcuata* (Wahlenb.) Sw., *Luzula spicata* (L.) DC. составляют костяк второй группы видов. Первые три вида имеют по 6–7 положительных корреляций с видами своей группы. Из группы общих видов только *Sibbaldia procumbens* L. и *Solidago lapponica* Witker. имеют больше одной положительной корреляции. *Silene acaulis* предпочитает незанятые места (в том числе без лишайников и мхов), связана положительными корреляциями с четырьмя видами своей группы и имеет 13 отрицательных корреляций: с *Harrimanella hyphoides* (L.) Cov., *Jucus trifidus* L., *Lycopodium alpinum* L. из своей подгруппы (все виды общие с первой подгруппой) и почти со всеми видами первой подгруппы, кроме *Omalotheca supina* (L.) DC., *Polygonum viviparum* L. и *Veronica alpina* L. (табл. 1). *Harrimanella hyphoides* обитает в специфических местообитаниях — около камней, где других растений часто нет, может обитать в куртине *Vaccinium uliginosum* L. или на моховой подушке вместе с *Salix polaris*.

Таблица 1

Распределение отрицательных корреляций в большей подгруппе

	<i>Loiseleuria procumbens</i>	<i>Empetrum hermaphroditum</i>	<i>Dryas octopetala</i>	<i>Salix reticulata</i>	<i>Phyllodoce coerulea</i>	<i>Antennaria dioica</i>	<i>Harrimanella hypnoides</i>	<i>Jucus trifidus</i>	<i>Sibbaldia procumbens</i>	<i>Solidago lapponica</i>	<i>Veronica alpina</i>
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.				-0,08					-0,05	-0,05	
<i>Dryas octopetala</i> L.								-0,09	-0,10		
<i>Empetrum hermaphroditum</i> Hagerup							-0,10	-0,08		-0,05	-0,10
<i>Loiseleuria procumbens</i> L.				-0,14	-0,05				-0,09	-0,11	-0,08
<i>Phyllodoce coerulea</i> (L.) Beb.	-0,05								-0,05		-0,07
<i>Salix reticulata</i> L.	-0,14					-0,08			-0,09		
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.		-0,09	-0,09	-0,10			-0,05			-0,05	-0,06
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.									-0,14	-0,06	
<i>Campanula rotundifolia</i> L.			-0,07	-0,07	-0,05		-0,06				
<i>Omalotheca supina</i> (L.) DC.	-0,10	-0,10	-0,12	-0,11		-0,05					
<i>Harrimanella hypnoides</i> (L.) Cov.		-0,10						-0,11		-0,05	
<i>Jucus trifidus</i> L.		-0,08	-0,09				-0,11		-0,07		
<i>Polygonum viviparum</i> L.	-0,04	-0,05	-0,05	-0,06							
<i>Sibbaldia procumbens</i> L.	-0,09		-0,10	-0,09	-0,05	-0,05		-0,07			
<i>Solidago lapponica</i> Witker.	-0,11	-0,10				-0,05	-0,05				
<i>Veronica alpina</i> L.	-0,08	-0,10			-0,07						

Примечание. Жирным шрифтом выделены корреляции между видами в своей подгруппе.

В первой группе много отрицательных корреляций. В ней можно условно выделить две подгруппы — одна состоит из видов, тяготеющих к нарушенным местообитаниям: *Campanula rotundifolia* L., *Omalotheca supina*, *Harrimanella hypnoides*, *Jucus trifidus*, *Polygonum viviparum*, *Sibbaldia procumbens*, *Solidago lapponica*, *Veronica alpina*. В другую подгруппу входят виды относительно нетронутых местообитаний: *Antennaria dioica* (L.) Gaertn., *Dryas octopetala* L., *Empetrum hermaphroditum* Hagerup, *Loiseleuria procumbens* L., *Phyllodoce coerulea* (L.) Beb., *Salix reticulata* L., *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium vitis-idaea* L. Между этими видами наблюдается много отрицательных корреляций (табл. 1). Виды второй подгруппы принадлежат к жизненной форме кустарничков (кроме *Antennaria dioica*), и наибольшая конкуренция между ними происходит в надземной сфере. Между собой у них также наблюдаются отрицательные корреляции. Например, у *Loiseleuria procumbens* с *Salix reticulata* и *Phyllodoce coerulea*, у *Vaccinium uliginosum* — с *Salix reticulata* и *Empetrum hermaphroditum*. В целом *Vaccinium uliginosum* и *Loiseleuria procumbens* имеют наибольшее число отрицательных корреляций (12 и 11 соответственно), так как имеют корневища и разветвленные надземные многолетние побеги и, поселившись где-либо, вытесняют почти все другие виды, а *Loiseleuria procumbens* — также лишайники. *Phyllodoce coerulea*, однако, хорошо сосуществует с *Empetrum hermaphroditum* и связана с ней положительной корреляцией. *Salix reticulata* связана положительно с видами *Vaccinium*, *Phyllodoce coerulea* и *Dryas octopetala*. Много отрицательных корреляций имеет *Omalotheca supina* — вид слабо нарушенных местообитаний: с *Antennaria dioica*, *Dryas octopetala*, *Empetrum hermaphroditum*, *Loiseleuria procumbens*, *Salix reticulata*, *Vaccinium uliginosum* и *Vaccinium vitis-idaea*.

Bartsia alpina L. имеет положительные корреляции с *Antennaria dioica*, *Omalotheca supina*, *Loiseleuria procumbens*, *Polygonum viviparum* и *Veronica alpina*, что позволяет предположить, что эти виды являются хозяевами для нее. В литературе из этих видов во всех работах указывается *Polygonum viviparum* [Musselman, Dickison, 1975; Nilsson, Svensson, 1997]. *Bartsia alpina* имеет отрицательные корреляции с *Carex bigelowii*, *Jucus trifidus*, *Lycopodium alpinum*, *Salix polaris*, *Sibbaldia procumbens*, *Silene acaulis* и *Vaccinium vitis-idaea*. По-видимому, эти виды хозяевами для нее не являются, в отличие от растительных сообществ Британских островов [Taylor, Rumsey, 2003].

Список источников

Королева Н. Е. Синтаксономический обзор горнотундровой растительности Хибин // Бюллетень МОИП. Отделение биологии. 2001. Т. 106, вып. 4. С. 50–57.

Musselman L. J., Dickison W. C. The structure and development of the haustorium in parasitic *Scrophulariaceae* // Botanical Journal of the Linnean Society. 1975. 70. P. 183–212.

Nilsson C. H., Svensson B. M. Host affiliation in two subarctic hemiparasitic plants: *Bartsia alpina* and *Pedicularis lapponica* // Ecoscience. 1997. Vol. 4. P. 80–85.

Taylor K., Rumsey F. J. *Bartsia alpina* L. // Journal of Ecology. 2003. Vol. 91, № 5. P. 908–921.

References

Koroleva N. E. Syntaxonomic survey of tundra belt mires of Khibiny mountains (Murmansk Region) // Bulletin MOIP, 2001. Vol. 106, Iss. 4. P. 50–57.

Musselman L. J., Dickison W. C. The structure and development of the haustorium in parasitic *Scrophulariaceae* // Botanical Journal of the Linnean Society. 1975. 70. P. 183–212.

Nilsson C. H., Svensson B. M. Host affiliation in two subarctic hemiparasitic plants: *Bartsia alpina* and *Pedicularis lapponica* // Ecoscience. 1997. Vol. 4. P. 80–85.

Taylor K., Rumsey F. J. *Bartsia alpina* L. // Journal of Ecology. 2003. Vol. 91, № 5. P. 908–921.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 630*228:582.475.4(470.1/25)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.006

РАЗНООБРАЗИЕ РАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ СРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ СОСНОВЫХ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) ДРЕВОСТОЕВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Наталья Игоревна Ставрова, Вадим Викторович Горшков, Павел Николаевич Катютин
Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; nstavrova@gmail.com

Аннотация

Исследовано распределение деревьев сосны обыкновенной по градациям диаметра ствола в древостоях 85-летних северотаежных сосновых лесов (Кольский полуостров). На основе аппроксимации распределением Вейбулла выявлено наличие двух основных типов размерной структуры древостоев. Коэффициенты формы распределений достоверно связаны с особенностями условий местообитания, которые находят отражение в величине суммы площадей сечений древостоев и соотношении покрытий мхов и лишайников в напочвенном покрове.

Ключевые слова:

размерная структура, сосна обыкновенная, северная тайга

Благодарности:

работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического института имени В. Л. Комарова Российской академии наук (тема № 121032500047-1).

Original article

VARIETY OF SIZE STRUCTURE OF MIDDLE-AGED PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) STANDS IN THE NORTHERN TAIGA (MURMANSK REGION)

Nataliya I. Stavrova, Vadim V. Gorshkov, Pavel N. Katyutin
Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia; nstavrova@gmail.com

Abstract

The distribution of Scots pine trees according to the gradation of trunk diameter in stands of 85-year-old northern taiga pine forests (Kola Peninsula) has been investigated. Based on the approximation by the Weibull distribution, the presence of two main types of the size structure of forest stands was revealed. The distribution shape coefficients are reliably related to the peculiarities of the habitat conditions, which are reflected in the stand basal area and the ratio of mosses and lichens in the moss-lichen cover.

Keywords:

size structure, Scots pine, northern taiga

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts of Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (121032500047-1).

Введение

Вопросы структурного разнообразия древостоев лесообразующих видов, методов его оценки, связи с возрастом и условиями местообитания сообществ в разных географических регионах на протяжении многих десятилетий остаются в центре внимания исследователей [Дыренков, 1977; Lilja, Kuuluvainen, 2005; Zhang et al., 2019]. Целью настоящей работы являлся анализ размерной структуры древостоев сосны обыкновенной вблизи северной границы ареала вида и выявление ее связи с характеристиками сообществ.

Материалы и методы

Исследования выполнены на территории Кольского полуострова, в районе среднего течения реки Ливы (67°30'–68°10' с. ш., 33°57'–34°21' в. д.), в северотаежных сосновых лесах и редколесьях, сформировавшихся после пожаров давностью 85 лет. Распределение особей по величине диаметра основания ствола изучали: в сосновых лишайниковых редколесьях (*Sparse-Pinetum cladinosum*) на трех постоянных пробных площадях (ППП), в сосняках лишайниковых (*Pinetum cladinosum*), лишайниково-зеленомошных (*Pinetum cladinoso-hylocomiosum*) и зеленомошных (*Pinetum hylocomiosum*) (по три ППП). Типологическую принадлежность сообществ определяли по соотношению покрытий зеленых мхов и лишайников в мохово-лишайниковом ярусе.

В районе исследований сосновые леса и редколесья располагаются на равнинах, склонах холмов и речных террасах, сложенных песчаными, ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями. Под ними формируются иллювиально-железистые подзолы [Переверзев, 2004]. Древесный ярус образован *Pinus sylvestris* с участием *Betula pubescens* Etrh. Изученные древостои характеризуются существенным варьированием плотности (300–3000 экз. / га) и суммы площадей сечений (6–29 м² / га). Для изучения размерной структуры древостоев на пробных площадях площадью 0,1–0,15 га проводили измерение диаметра ствола у всех сосен с диаметром более 4 см на высоте 1,3 м согласно методикам, применяемым в молодых и средневозрастных северотаежных лесах [Ярмишко, 1997]. Для возможно более точного анализа формы распределений измерения выполняли по двухсантиметровым градациям диаметра основания ствола. С целью количественной оценки типов размерных распределений они аппроксимировались теоретическим распределением Вейбулла [Bailey, Dell, 1973; Thomas et al., 2008].

Результаты

Анализ распределений (рис. 1) показал, что средние значения диаметра в отдельных сообществах варьируют от 12 до 23,5 см, максимальные — от 27 до 41 см, коэффициент асимметрии — от -0,37 до 1,83, коэффициент эксцесса — от -1,10 до 3,98 (табл. 1). В результате аппроксимации эмпирических распределений теоретическим распределением выявлены два основных типа размерной структуры. Распределения первого типа характеризуются более высокими значениями коэффициента формы $2,5 \pm 0,4$ и коэффициента масштаба 18 ± 3 по сравнению с распределениями второго типа — соответственно $1,3 \pm 0,1$ и 10 ± 2 .

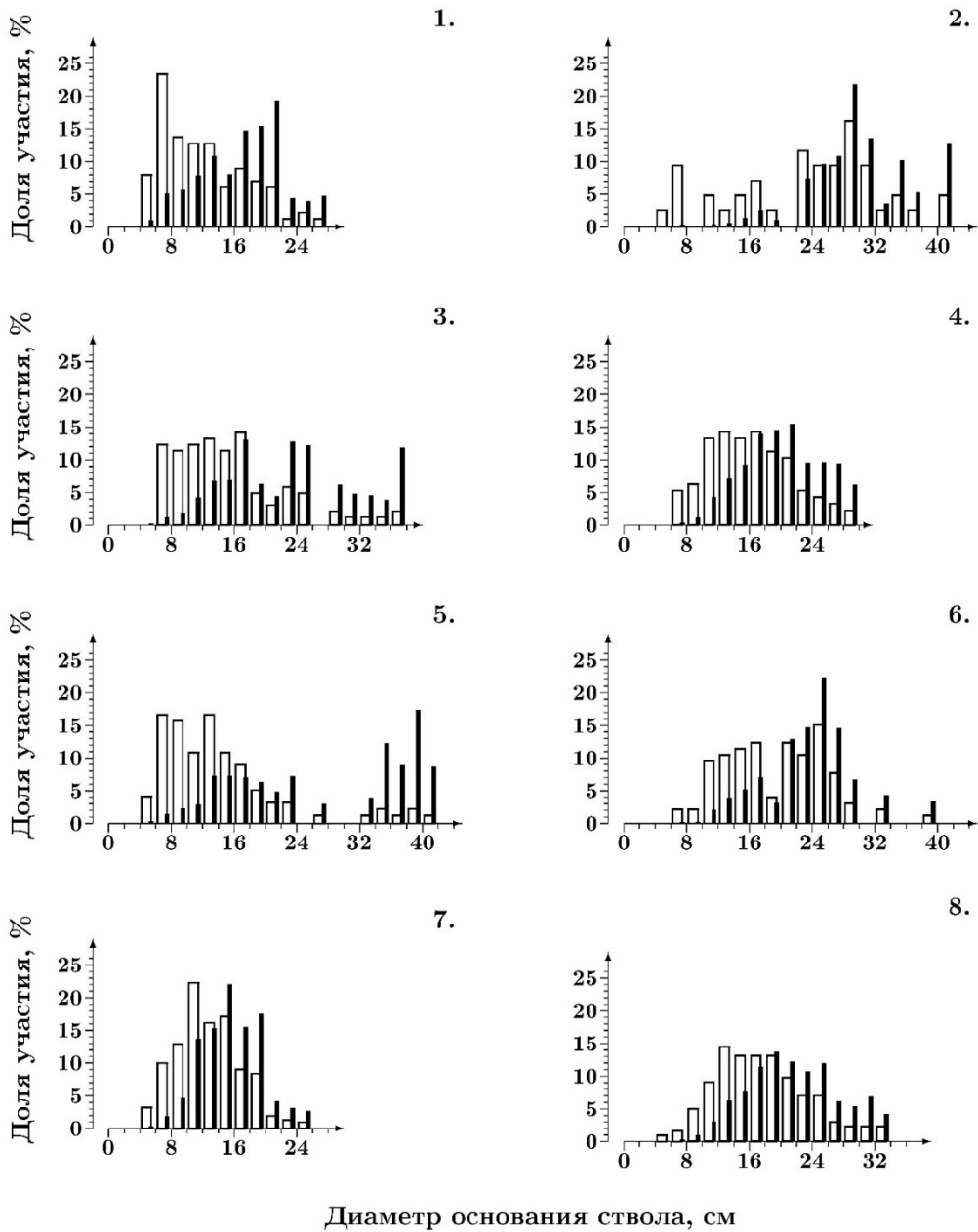


Рис. 1. Распределение особей (светлые столбцы) и запаса древесины (черные столбцы) сосны обыкновенной по грациям диаметра основания ствола в сосновых древостоях северотаежных лишайниковых редколесий (1, 2), сосняков лишайниковых (3, 4), лишайниково-зеленомошных (5, 6) и зеленомошных (7, 8)

Таблица 1

Характеристики распределений диаметров стволов в средневозрастных древостоях *Pinus sylvestris* в северотаежных лесах

Тип сообщества	№ ППП	<i>D</i>	<i>S</i>	<i>M</i>	<i>Sd</i>	<i>L</i>	<i>V</i>	<i>As</i>	<i>Ex</i>	Параметры распределения Вейбулла	
										формы	масштаба
Сосновое лишайниковое редколесье	56	1156	8,4	12,0	5,3	27	44	0,70	-0,37	1,24	7,63
	92	466	6,2	15,2	7,4	35	49	0,92	0,05	–	–
	96	293	9,2	23,5	9,3	41	40	-0,37	-0,63	–	–
Сосняк лишайниковый	81	1090	16,1	15,1	7,0	37	47	1,10	1,14	1,50	11,49
	82	707	13,5	16,2	5,3	29	33	0,35	-0,45	2,18	12,17
	97	1670	15,4	12,6	6,1	33	48	1,05	0,45	1,23	8,27
Сосняк лишайниково-зеленомошный	75	1156	12,9	13,6	7,2	41	53	1,83	3,98	1,27	9,41
	90	493	15,5	22,2	10,1	41	48	0,12	-1,10	1,96	21,42
	91	655	13,1	19,4	5,9	33	30	-0,01	-0,88	2,99	17,52
Сосняк зеленомошный	93	3100	29,0	12,7	4,0	25	32	0,40	-0,05	2,33	10,13
	94	1480	24,6	17,8	5,9	33	33	0,51	-0,08	2,48	15,35
	99	1420	25,1	18,4	5,5	35	30	0,13	-0,09	2,80	15,95

Примечание. *D* — густота древостоя, экз. / га; *S* — сумма площадей сечений древостоя, м² / га; *M* — средний диаметр у основания ствола, см; *Sd* — стандартное отклонение среднего диаметра, см; *L* — протяженность размерного ряда, см; *V* — коэффициент вариации диаметра, %; *As* — коэффициент асимметрии; *Ex* — коэффициент эксцесса.

Все распределения первого типа достоверно аппроксимируются также нормальным распределением, они отличаются относительной симметричностью и в большинстве случаев плосковершинностью (табл. 1, рис. 1, 2, 4, 6–8). В древостоях преобладают особи с диаметрами от 12–16 до 22–24 см, а участие мало- и крупноразмерных деревьев является относительно низким. Основная доля запаса древесины сосредоточена в доминирующей по числу группе среднеразмерных деревьев.

Распределения второго типа, кроме распределения Вейбулла, могут быть достоверно аппроксимированы логнормальным распределением, отличительной чертой которого является положительная асимметрия, отражающая преобладание в составе древостоев малоразмерных особей с диаметром основания ствола менее 16 см (табл. 1, рис. 1, 1, 3, 5). В этом случае средне- и крупноразмерные деревья, на которые приходится основная доля запаса, не являются доминирующими по числу.

Представляет интерес анализ связи особенностей размерных распределений с характеристиками местообитаний сосновых сообществ, общими параметрами и продуктивностью древостоев. Результаты дискриминантного анализа свидетельствуют, что достоверными предикторами формы распределений диаметров ($\chi^2 = 8,10, p < 0,05$) являются густота и сумма площадей сечений древостоя, при этом большей значимостью отличается величина суммы площадей сечений. Распределения диаметров первого типа характерны для древостоев с более высокой (в среднем $22 \pm 6 \text{ м}^2 / \text{га}$) суммой площадей сечений, тогда как распределения второго типа чаще формируются при более низких значениях полноты (в среднем $12 \pm 4 \text{ м}^2 / \text{га}$).

Величина коэффициента масштаба распределений диаметров достоверно зависит ($\chi^2 = 10,87, p < 0,01$) от таких факторов, как доля лишайников в напочвенном покрове (отражает типологическую принадлежность сообществ) и густота древостоя. В частности, более высокие значения рассматриваемого коэффициента (> 15) характерны для сообществ с более низкой средней долей лишайников в напочвенном покрове ($38 \pm 6 \%$), а более низкие (< 15) наблюдаются в сообществах с высокой долей лишайников (в среднем $79 \pm 9 \%$).

Заключение

Выполненный анализ позволяет сделать следующие заключения.

1. Для постпирогенных средневозрастных северотаежных сосновых лесов характерны два основных типа размерной структуры древостоев: первый тип отличается симметричностью кривой распределения (соответствует нормальному распределению), второй — выраженной положительной асимметрией.

2. Тип размерной структуры достоверно связан с такими параметрами сообществ, как густота древостоя, сумма площадей сечений древостоя и соотношение покрытий мхов и лишайников в напочвенном покрове.

3. Формирование нормальных распределений диаметров более вероятно в средневозрастных лишайниково-зеленомошных и зеленомошных сосновых лесах.

Список источников

Дыренков С. А. Статистический подход к моделированию структуры и динамики древостоев // Оптимизация использования и воспроизводства лесов СССР. М.: Наука, 1977. С. 80–93.

Переверзев В. Н. Лесные почвы Кольского полуострова. М.: Наука, 2004. 232 с.
Ярмишко В. Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. СПб.: НИИ химии СПбГУ, 1997. 210 с.

Bailey R. L., Dell T. R. Quantifying diameter distributions with Weibull function // *Forest Science*. 1973. Vol. 19. P. 97–104.

Lilja S., Kuuluvainen T. Structure of old *Pinus sylvestris* dominated forest stands along a geographic and human impact gradient in mid-boreal Fennoscandia // *Silva Fennica*. 2005. Vol. 39, № 3. P. 407–428.

Zhang Z., Cao L., Mulverhill C., Liu H., Pang Y., Li Z. Prediction of Diameter Distributions with Multimodal Models Using LiDAR Data in Subtropical Planted Forests // *Forests*. 2019. V. 10. P. 125–138.

Thomas V., Oliver R. D., Lim K., Woods M. LiDAR and Weibull modelling of diameter and basal area // *The Forestry Chronicle*. 2008. Vol. 84, № 6. P. 866–875.

References

Bailey R. L., Dell T. R. Quantifying diameter distributions with Weibull function // *Forest Science*. 1973. Vol. 19. P. 97–104.

Dyrenkov S. A. Statisticheskii podkhod k modelirovaniyu struktury i dinamiki drevostoyev // *Optimizatsiya ispol'zovaniya i vosproizvodstva lesov SSSR*. М.: Nauka, 1977. P. 80–93.

Lilja S., Kuuluvainen T. Structure of old *Pinus sylvestris* dominated forest stands along a geographic and human impact gradient in mid-boreal Fennoscandia // *Silva Fennica*. 2005. Vol. 39, № 3. P. 407–428.

Pereverzev V. N. Forest soils of the Kola Peninsula. М.: Nauka, 2004. 232 p.

Thomas V., Oliver R. D., Lim K., Woods M. LiDAR and Weibull modelling of diameter and basal area // *The Forestry Chronicle*. 2008. Vol. 84, № 6. P. 866–875.

Yarmishko V. T. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. СПб.: НИИ химии СПбГУ, 1997. 210 с.

Zhang Z., Cao L., Mulverhill C., Liu H., Pang Y., Li Z. Prediction of Diameter Distributions with Multimodal Models Using LiDAR Data in Subtropical Planted Forests // *Forests*. 2019. V. 10. P. 125–138.

Статья поступила в редакцию 28.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 28.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 630*213:630*221.02(470.54-751.2)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.007

ЗАРАСТАНИЕ ВЫРУБОК РАЗНОГО ВОЗРАСТА В ВИСИМСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ (СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Рустам Зинатович Сибгатуллин

Висимский государственный природный биосферный заповедник, Кировград, Россия; sulem@yandex.ru

Аннотация

Исследована структура и динамика вторичных лесных сообществ, сформировавшихся на вырубках разного возраста. Доминирующим видом в древесном ярусе является *Betula pubescens* Ehrh., которая на вырубке 1995 г. образует густые сомкнутые древостой без участия хвойных деревьев, также имеются безлесные участки с густым травянистым покровом из *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. и *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin. На вырубке 1980 г. берёзовый древостой более разреженный и имеется второй ярус из хвойных пород, которые в дальнейшем вытеснят берёзу и займут доминирующее положение.

Ключевые слова:

вырубка, берёза, ель, структура, динамика

Original article

REFORESTATION OF FOREST CUTS OF DIFFERENT AGES IN VISIMSKIY FEDERAL BIOSPHERE RESERVE (SVERDLOVSK REGION)

Rustam Z. Sibgatullin

Visimskiy Federal Biosphere Reserve, Kirovgrad, Russia; sulem@yandex.ru

Abstract

The paper represents the results of structure and dynamics studies of secondary forest types shaped by forest cuts performed at different periods. The dominant canopy layer tree species is *Betula pubescens* Ehrh. In the areas cut in 1995, it forms a thick contiguous canopy layer with none of the conifers participating, with open gaps dominated by *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv and *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin. In the 1980 cuts the *Betula* stands are sparser, have a secondary conifer tree layer, which in future will out-compete and predominate *Betula*.

Keywords:

clear-cut, birch, spruce, structure, dynamics

Введение

Висимский заповедник, расположенный в Свердловской области (Россия), был организован в 1971 г. на площади 9531 га. В 1973 г. она была увеличена до 13500 га. Большую часть территории заповедника занимали производные хвойно-мелколиственные и мелколиственные леса, и только около 10 % площади покрывали уникальные коренные пихтово-еловые леса. Производные леса заповедника — следствие активной хозяйственной деятельности в XVIII и XIX вв.

В 2001 г. территория Висимского заповедника была расширена почти на 20 тыс. га за счёт охранной зоны. Леса на прирезанной территории в 1970–1990-е гг. подвергались широкомасштабной рубке и в настоящее время находятся на разных стадиях восстановления в зависимости от возраста рубки. В работе приведены результаты изучения процессов зарастания на вырубках 1980 и 1995 гг.

Материалы и методы

Исследования проводили на двух постоянных пробных площадях в 2012 и 2017 гг. Получена таксационная характеристика древостоя, подсчитан подрост, описан кустарниковый и травяно-кустарничковый ярус.

Вырубка 1995 г. расположена в верхней части пологого северо-западного склона горы Шишим (координаты: 57,36763° с. ш., 59,68460° в. д., высота 514 м над уровнем моря) на месте коренного пихтоельника крупнопоротникового. Древостой сомкнутого лесного сообщества (березняк вейниково-щучковый) образован *Betula pubescens*, что характерно для большинства концентрированных вырубок Среднего Урала [Колесников, 1960].

Вырубка 1980 г. расположена на междуречье верховьев реки Сакалья и её левого притока на выположенном пространстве с небольшим уклоном на север к реке. В настоящее время она занята елово-березовым мелкотравно-вейниковым лесом (до вырубки — пихтоельник травяной) (координаты: 57,38324° с. ш., 59,71117° в. д., высота 442 м над уровнем моря).

Результаты

В древесном ярусе кроме *Betula pubescens* присутствуют *Salix caprea* L., *Populus tremula* L., *Picea obovata* Ledeb. (табл. 1). Сомкнутость древостоя 0,7, полнота 0,6, бонитет III, возраст 25 лет. В составе многовидового подроста (диаметр на уровне груди менее 4 см) преобладают лиственные породы. Доминирующее положение занимают *Betula pubescens*, *Sorbus sibirica* Hedl., *Salix caprea*, количество 1225 шт. / га. Хвойные породы присутствуют в единичных экземплярах. Подлесок не развит и представлен отдельными кустами *Rubus idaeus* L. и *Salix phylicifolia* L. (240 побегов на 1 га). Травяно-кустарничковый ярус разреженный (15 видов с общим покрытием около 50 %), преобладают *Deschampsia cespitosa* и *Calamagrostis langsdorffii*. Выровненная поверхность создает условия для застойного увлажнения, поэтому в травянистом ярусе присутствует *Allium victoriales* L., в небольшом количестве встречаются виды из группы таежного мелкотравья — *Oxalis acetosella* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt и *Linnaea borealis* L. Моховой ярус не развит.

Перечёт в 2017 г. показал увеличение количества берёзы в составе древостоя по сравнению с 2012 г. за счёт перехода в него части подроста (табл. 1). Численность подроста уменьшилась с 2895 до 1225 шт. / га.

На вырубке присутствуют достаточно большие по площади, свободные от деревьев участки, где сформировалось травянистое сообщество (12 видов) с общим покрытием около 90 %. Доминируют два вида — *Deschampsia cespitosa* и *Calamagrostis langsdorffii*, единично, но достаточно стабильно встречается *Scirpus sylvaticus*. Густой травянистый покров с дерновинами, образованными *Deschampsia cespitosa*, препятствует внедрению древесных пород. Встречаются единичные кусты *Rubus idaeus*. Через двадцать пять лет после вырубки коренного пихтово-елового крупнопоротникового леса на начальном

этапе восстановительной сукцессии в древостое сформировавшегося сообщества абсолютно преобладают лиственные породы при доминировании *Betula pubescens*. Отдельные участки на пологой вершине, вследствие застойного увлажнения, затягиваются злаками (*Deschampsia cespitosa* и *Calamagrostis langsdorffii*) и остаются безлесными. Хвойные породы представлены только в подросте единичными особями. Процесс восстановления исходного тёмнохвойного сообщества займёт длительное время (не менее трехсот лет).

В древостое вырубке 1980 г. доминирует *Betula pubescens*, 13 % составляет участие *Picea obovata*, остальные породы встречаются единично (табл. 2).

Сомкнутость древостоя 0,7, полнота 0,8, бонитет III, возраст сорок лет. Происходит изреживание березовой части древостоя и усыхание деревьев (330 шт. / га). В подросте присутствуют только хвойные породы, доминирует *Picea obovata*, в значительно меньшей доле участие *Abies sibirica* и *Pinus sibirica* Du Tour, состав 94Е5П1К, общее количество 705 шт. / га. Подлесок разреженный, состоит из *Rubus idaeus*, *Rosa acicularis* Lindl. и *Padus avium* Mill. В травяно-кустарничковом ярусе (29 видов) с общим покрытием около 70 %, доминирует *Calamagrostis obtusata* Trin. с постоянным, но небольшим участием *Oxalis acetosella* и *Cerastium pauciflorum* Stev. ex Ser., моховой ярус не развит.

Picea obovata присутствует в основном в тонкомерной части древостоя, но отдельные деревья достигают диаметра 29 см и высоты 20 м. Имеются участки площадью до 400 м², где она преобладает в составе древостоя, сомкнутость крон высокая, в напочвенном покрове преобладают зеленые мхи, встречаются пятна сфагнома. На мхе разреженный покров таежного мелкотравья — *Oxalis acetosella*, *Maianthemum bifolium*, *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm. и *Linnea borealis*.

У восьми деревьев диаметром от 18 до 29 см был определен возраст. У всех он колебался от 90 до 110 лет, причем последние сорок лет наблюдался активный прирост, ширина годичных колец достигала 6 мм. На момент рубки эти деревья имели диаметр 5–6 см и входили в состав тонкомера.

Перечёт 2017 г. показал уменьшение участия берёзы в составе древостоя за счёт усыхания и отпада деревьев из второго яруса и некоторое увеличение количества тёмнохвойных пород (табл. 2). Через сорок лет после рубки сохраняется доминирование *Betula pubescens*, но во втором ярусе появилась *Picea obovata*, в подросте только хвойные породы, что предполагает переход доминирующего положения к *Picea obovata* после распада берёзового яруса.

Заключение

Исходя из фактических данных (табл. 1, 2), скорость роста основных древесных пород на обоих участках существенно не различается. Процессы, происходящие на вырубках Висимского заповедника, типичны для Среднего Урала, схожи состав древесных сообществ и численность основных пород [Казанцев, Залесов, 2004]. Для сплошных вырубок в тёмнохвойных лесах характерна смена пород и появление лиственных молодняков [Исаева, Луганский, 1975; Кибиш, Захаров, 2006; Исаева и др., 2009]. Подрост тёмнохвойных пород поселяется под пологом березового древостоя с последующим его вытеснением. Хотя при определенных условиях могут формироваться длительно- и даже устойчиво-производные насаждения. Сходные процессы охарактеризованы на вырубках в южнотаежных лесах средней полосы России [Уланова, 2007].

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоя березняка вейниково-щучкового по годам учета

Порода	Состав древостоя		Количество деревьев, шт. / га	Средние		Абсолютная полнота, м ² / га	Запас, м ³ / га
	по числу	по запасу		Н, м	Д, см		
<i>2012 г.</i>							
<i>Betula pubescens</i>	90	86	1795	6,1	6,8	5,6	17,8
<i>Salix caprea</i>	5	11	105	8,2	6,0	0,7	2,3
<i>Populus tremula</i>	5	3	85	7,6	6,1	0,4	0,4
<i>Picea obovata</i>	+	+	5	8,4	7,0	0,1	0,1
Всего			1990			6,8	20,6
<i>2017 г.</i>							
<i>Betula pubescens</i>	90	80	2070	7,2	7,2	9,2	30,9
<i>Salix caprea</i>	6	12	135	9,9	8,1	1,2	4,5
<i>Populus tremula</i>	3	6	65	10,7	8,4	0,6	2,5
<i>Picea obovata</i>	1	2	25	9,5	8,4	0,2	0,9
Всего			2295			11,2	38,8

Таблица 2

Таксационная характеристика древостоя елово-берёзового мелкотравно-вейникового леса по годам учета

Порода	Состав древостоя		Количество деревьев, шт. / га	Средние		Абсолютная полнота, м ² / га	Запас, м ³ / га
	по числу	по запасу		H, м	Д, см		
<i>2012 г.</i>							
<i>Betula pubescens</i>	86	81	3025	9,8	11,4	25,2	131,9
<i>Picea obovata</i>	13	19	470	9,1	8,1	4,0	31,5
<i>Abies sibirica</i>	1	+	10	6,8	6,0	0,1	0,1
Всего			3505			29,3	163,5
<i>2017 г.</i>							
<i>Betula pubescens</i>	82	82	2735	10,7	11,3	27,5	145,3
<i>Picea obovata</i>	17	18	580	9,4	8,3	5,2	31,4
<i>Abies sibirica</i>	1	+	25	7,0	6,3	0,1	0,3
Всего			3340			32,8	177,0

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Исаева Р. П., Луганский Н. А. Естественные лесовосстановительные процессы в подзоне южной тайги и темнохвойно-широколиственных лесов Урала // Лесообразовательные процессы на Урале и в Зауралье. Свердловск, 1975. С. 94–128.

Исаева Р. П., Луганский Н. А., Луганский В. Н. Природа и основные закономерности естественного лесовосстановления в лесах Свердловской области // Леса России и хозяйство в них / Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2009. Вып. 1 (31). С. 3–12.

Казанцев С. Г., Залесов А. С. Естественное возобновление под пологом березовых древостоев и возрастная динамика их состава // Леса Урала и хозяйство в них: сб. науч. тр. / Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2004. Вып. 24. С. 66–70.

Кибич И. В., Захаров А. И. Формирование состава молодняков на вырубках в еловых типах леса // Леса Урала и хозяйство в них: сб. науч. тр. / Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2006. Вып. 27. С. 113–116.

Колесников Б. П. Основные итоги изучения естественного возобновления на концентрированных рубках в лесах Свердловской области // Проблемы флоры и фауны Урала. Тр. Ин-та биол. УФАИ СССР. 1960. Вып. 14. С. 3–21.

Уланова Н. Г. Мониторинговые исследования растительности рубок охранной зоны ЦЛГПБЗ, проводимые сотрудниками биологического факультета МГУ // Заповедники России и устойчивое развитие. Материалы конференции. Труды Центрально-Лесного заповедника. Вып. 5. Великие Луки, 2007. С. 321–328.

References

Isaeva R. P., Luganskiy N. A. Yestestvennyye lesovosstanovitel'nyye protsessy v podzone yuzhnoy taygi i temnokhvoyno-shirokolistvennykh lesov Urala // Lesoobrazovatel'nyye protsessy na Urale i v Zaural'ye. Sverdlovsk, 1975. P. 94–128.

Isaeva R. P., Luganskiy N. A., Luganskiy V. N. Priroda i osnovnyye zakonomernosti yestestvennogo lesovosstanovleniya v lesakh Sverdlovskoy oblasti // Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh / Ural. gos. lesotekhn. un-t. 2009. Iss. 1 (31). P. 3–12.

Kazantsev S. G., Zalesov A. S. Yestestvennoye vozobnovleniye pod pologom berezovykh drevostoyev i vozrastnaya dinamika ikh sostava // Lesa Urala i khozyaystvo v nikh: sb. nauch. tr. / Ural. gos. lesotekhn. un-t. 2004. Iss. 24. P. 66–70.

Kibish I. V., Zakharov A. I. Formirovaniye sostava molodnyakov na vyrubkakh v yelovykh tipakh lesa // Lesa Urala i khozyaystvo v nikh: sb. nauch. tr. / Ural. gos. lesotekhn. un-t. 2006. Iss. 27. P. 113–116.

Kolesnikov B. P. Osnovnyye itogi izucheniya yestestvennogo vozobnovleniya na kontsentrirovannykh vyrubkakh v lesakh Sverdlovskoy oblasti // Problemy flory i fauny Urala. Tr. In-ta biol. UFAN SSSR. 1960. Iss. 14. P. 3–21.

Ulanova N. G. Monitoringovyye issledovaniya rastitel'nosti vyrubok okhrannoy zony TSLGPBZ, provodimyye sotrudnikami biologicheskogo fakul'teta MGU // Zapovedniki Rossii i ustoychivoye razvitiye. Materialy konferentsii. Trudy Tsentral'no-Lesnogo zapovednika. Iss. 5. Velikiye Luki, 2007. P. 321–328.

Статья поступила в редакцию 11.05.2021; одобрена после рецензирования 24.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 11.05.2021; approved after reviewing 24.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 630.228
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.008

ДИНАМИКА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ЕЛИ И БЕРЕЗЫ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОСТИ СТАРОВОЗРАСТНЫХ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ

Татьяна Юрьевна Браславская

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, Москва, Россия; t-braslavskaya@yandex.ru

Аннотация

На основе анализа размерной и возрастной структуры и многолетних наблюдений на двух постоянных пробных площадях охарактеризована динамика ценопопуляций ели (*Picea obovata* Ledeb.) и березы (*Betula pubescens* Ehrh.) в старовозрастных северотаежных ельниках в Пинежском районе Архангельской области. Выявлено, что благоприятный режим освещенности в сообществах с редкостойным древостоем повышает толерантность растений ели к избыточному увлажнению субстрата и стабилизирует отмирание в ее ценопопуляциях, тогда как недостаток дренированных участков субстрата ограничивает пополнение ценопопуляций.

Ключевые слова:

малонарушенные леса, лесообразующие виды, структура и динамика ценопопуляций

Благодарности:

в многолетних полевых исследованиях принимали участие: Т. В. Багрецова, А. А. Загайнова, Е. Г. Ивлева, В. Д. Леонов, Т. М. Алдохина, А. А. Цилин, А. С. Пахов, М. В. Коротаяев, Д. Е. Мотовилов, Т. В. Минеева, М. В. Горнова, Е. А. Ворочай, Ю. А. Ворочай, С. В. Садыков, А. И. Бастраков, А. С. Медведева, А. А. Мухин, Н. И. Нестерова, Д. А. Кустовский. Помощь в организации исследований оказали Л. В. Пучнина (государственный природный заповедник «Пинежский»), В. Н. Росляков (Кулойский государственный биологический заказник), кандидат биологических наук Е. В. Шаврина и кандидат биологических наук Е. Ю. Чуракова (Северный (Арктический) федеральный университет). Публикация подготовлена в рамках государственного задания Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук (AAA-A18-118052400130-7).

Original article

DYNAMICS OF SPRUCE AND BIRCH POPULATIONS AS A BASE FOR STABILITY OF NORTH-TAIGA OLD-GROWTH SPRUCE FORESTS

Tatyana Yu. Braslavskaya

Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; t-braslavskaya@yandex.ru

Abstract

Basing on analysis of size and age structure and observation during 9 years within the two permanent plots in Arkhangelsk Region (Pinega district), dynamics of spruce (*Picea obovata* Ledeb.) and birch (*Betula pubescens* Ehrh.) populations was described in old-growth spruce forests. Because of rare tree layer, light regime in both communities is favorable: it enhances tolerance of spruce plants to strong soil moisture and reduces mortality in populations. But a lack of drained surfaces restricts recruitment of these populations.

Keywords:

intact forests, woody species, population structure and dynamics

Acknowledgments:

we are sincerely grateful to T. V. Bagretsova, A. A. Zagainova, E. G. Ivleva, V. D. Leonov, T. M. Aldokhina, A. A. Tsilin, A. S. Pakhov, M. V. Korotaev, D. E. Motovilov, T. V. Mineeva, M. V. Gornova, E. A. Vorochai, Yu. A. Vorochai, S. V. Sadykov, A. I. Bastrakov, A. S. Medvedeva, A. A. Mukhin, N. I. Nesterova, D. A. Kustovsky for their help during expeditions. Assistance in organizing the research was provided by L. V. Puchnina (State Natural Reserve "Pinezhsky"), V. N. Roslyakov (Kuloisky State Biological Reserve), PhD E. V. Shavrina, PhD E. Yu. Churakova (Northern (Arctic) Federal University). This study was carried out as part of government contracts with Center of Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences (AAA-A18-118052400130-7).

Введение

Старовозрастные (существующие в течение двух и более столетий) леса — одна из категорий лесов высокой природоохранной ценности [Рай и др., 2010], их рассматривают как ключевые объекты для сохранения биоразнообразия в лесных биомах. Научный интерес к старовозрастным лесам связан с тем, что для них можно предполагать слабое влияние хозяйственной деятельности на характер динамики популяций ключевых и подчиненных видов, т. е. на процессы, которые лежат в основе сукцессий биоценозов, а часто и биогеоценозов. В тех случаях, когда эти предположения подтверждаются, в старовозрастных лесах можно исследовать природные закономерности динамики популяций и сообществ, особенно механизмы их самоподдержания, чтобы учитывать их при планировании устойчивого и рационального природопользования. Выяснение природных закономерностей динамики и самоподдержания северотаежных лесов, сформированных поздне-сукцессионным лесообразователем (елью, *Picea obovata* Ledeb.), — цель многолетних наблюдений, которые проводятся в Пинежском районе Архангельской области. Участки для наблюдений были выбраны так, чтобы минимизировать влияние пожаров и лесозаготовок на сообщество.

Объекты и методы

Исследования проводятся в еловых с участием березы (*Betula pubescens* Ehrh.) лесах X класса возраста (двести лет), по данным лесоустройства, на постоянных пробных площадях размером 0,5 га. Одно из сообществ (далее — пойменный ельник) расположено на территории Кулойского биологического заказника, в притеррасной пойме реки Кулой (65°9,37' с. ш., 43°37,54' в. д.; расстояние до населенных пунктов — 40 км, до бывших сенокосов — 2 км), сформировалось на аллювиальной иловато-торфянистой почве; ежегодно сообщество заливают воды весеннего паводка, в результате чего оно избыточно увлажнено большую часть лета (евтрофное заболачивание); тип леса — ельник приручейный [Львов, Ипатов, 1976], синтаксономический статус — субасс. *Aconito septentrionalis–Piceetum obovatae filipenduletosum ulmariae* Zaigolnova et al. 2009; следы пожаров не были выявлены ни в почвенном профиле, ни на стволах деревьев, следы рубок тоже отсутствуют.

Второе сообщество (далее — плакорный ельник) расположено на территории Пинежского государственного заповедника, в краевой части Двинско-Пинежского междуречья (64°30,33' с. ш., 42°54,58' в. д.; расстояние до населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий — 15 км),

сформировалось на подзолистой контактно-осветленной глееватой суглинистой почве, в профиле которой под подстилкой были обнаружены угли; избыточное увлажнение (олигомезотрофное заболачивание) здесь обусловлено залеганием на глубине 40 см глинистой морены; тип леса — ельник чернично-долгомошный [Львов, Ипатов, 1976]; синтаксономический статус — асс. *Empetro hermaphroditii–Piceetum obovatae* (Sambuk 1932) Morozova 2008.

При заложении пробных площадей в 2009 г. у всех живых и мертвых (включая упавшие) стволов древесных растений начиная с диаметра 2 см (на высоте 1,3 м) были нанесены на план основания (а у живых — и горизонтальные) проекции крон; также были определены их диаметры и субстрат, на котором они произрастают, выборочно — высоты и календарный возраст ели и березы путем взятия кернов в основаниях стволов (в плакорном ельнике — у 145 елей, 24 берез; в пойменном ельнике — у 300 елей, 63 берез). Также на трансектах из площадок размером 1 м² были проведены учеты древесных растений с диаметром стволов менее 2 см. В каждом сообществе сделано пять геоботанических описаний. Повторные учеты крупных древесных растений проводили по той же методике с периодичностью 4–5 лет.

Результаты и обсуждение

Выявленный в исследуемых сообществах максимальный возраст ели (в пересчете на 2021 г.) 270 лет в плакорном ельнике, 279 лет — в пойменном ельнике. Первоначальная (2009 г.) плотность ценопопуляций в плакорном ельнике: живых деревьев ели — 2838 шт./га, березы — 874 шт./га; в пойменном ельнике: ели — 1490 шт./га, березы — 520 шт./га. В настоящее время ценопопуляции ели и березы в обоих сообществах растут: два повторных обследования выявили единичные случаи отмирания крупных деревьев (пока только ели) и регулярное включение в учет десятков новых деревьев обоих видов с диаметром 2 см (которые во время предыдущих учетов уже присутствовали, но еще не достигали учетного размера).

В обоих сообществах распределение деревьев ели и березы по диаметру непрерывное в диапазоне 2–30 см и имеет сильно выраженную асимметрию (максимум на диаметрах 4–9 см); распределение по высоте тоже непрерывное в диапазоне 2–20 м и асимметричное (максимум на высотах до 5 м). Такая размерная структура типична для мезофитных и гигрофитных старовозрастных темнохвойных таежных лесов различных типов [Дыренков, 1984; Коренные..., 2006; Алейников, Лазников, 2012]. Поскольку невелико число крупных (высотой более 5 м) деревьев, общая сомкнутость полога крон составляет приблизительно 50 % в обоих сообществах. Однако размещение деревьев имеет выраженный групповой характер, поэтому в биогруппах сомкнутость крон нередко достигает 80–90 %. Биогруппы приурочены к возвышениям нанорельефа (пристволовым повыщениям, скоплениям валежа, буреломным пням, вывальным буграм); такой характер размещения обусловлен избыточным увлажнением почвы во время вегетационного периода, а у березы — и образованием стволовой поросли. Всходы ели и березы поселяются также на травяных кочках, но на этих нежестких формах нанорельефа деревья могут расти ограниченное время и обычно падают под действием ветра, не достигнув крупных размеров и генеративного состояния.

В таблице показана распространенность в исследуемых сообществах разных типов субстрата, пригодного для поселения мезофитных видов. Наблюдения за приуроченностью благополучно развивающихся деревьев ели с диаметром 2–3 см (тоже единичных) позволяют предположить, что условия для их приживания создаются при выпадении наиболее развитых и крупных деревьев с образованием на их месте особенно больших возвышений, еще не занятых конкурентами, — вывальных бугров или буреломных пней. Но крупные деревья ели и березы выпадают поодиночке, поскольку размещены в обследованных сообществах достаточно разреженно; поэтому их выпадение не инициирует групповой распад древостоя и массовое высвобождение дренированных повышений; соответственно, не увеличивается при этом и интенсивность лесовозобновления.

Таблица 1

Доля площади, занимаемой в исследуемых сообществах разными формами нанорельефа, %

Форма нанорельефа	Сообщество	
	плакорный ельник	пойменный ельник
Пристволовые повышения	8	11
Валеж (упавшие стволы)	3	19
Буреломные пни	< 1	1
Ветровальные бугры	1	1
Травяные кочки	4	5
Флювиальные углубления	0	5
Ровная поверхность	84	59

В обоих исследуемых сообществах у ели среди младших (40–80 лет) и средних по возрасту (80–120 лет) деревьев примерно половина имеют диаметр менее 8 см и высоту не более 5 м, т. е. находятся в угнетенном состоянии. Подобное соотношение распределений деревьев по диаметру и возрасту, отражающее массовую задержку роста и развития, описывал С. А. Дырников [1984] в переувлажненном ельнике чернично-долгомощном. Таким образом, данные, полученные на двух обследованных пробных площадях, не уникальны, что позволяет рассматривать выводы из их анализа тоже как имеющие более общий характер. Угнетенное состояние елей можно связывать с групповым размещением и приуроченностью биогрупп к возвышениям: всходы ели испытывают угнетение как внутри биогрупп вследствие затенения, так и на периферии биогрупп (на склонах возвышений) вследствие стресса от переувлажнения. В последнем случае растения получают постоянную боковую подсветку из открытых пространств между биогруппами, благодаря чему могут, несмотря на переувлажнение, выживать в течение многих десятилетий: у растущих в таких условиях угнетенных (высотой не более 5 м) экземпляров ели максимальный выявленный возраст 210 лет.

Другая характерная особенность возрастной структуры ценопопуляций ели — почти непрерывное и равномерное распределение по возрасту в диапазоне 40–190 лет (по 1–4 экз. / га каждого возраста), т. е. отсутствие дискретных поколений, нередко выделяемых у темнохвойных видов в длительно

существующих разновозрастных лесах по критериям разрывов в возрастном ряду и неравномерности распределения деревьев по возрасту [Казимиров, 1971]. При рассмотрении объединенного возрастного ряда деревьев ели и березы в диапазоне 40–190 лет равномерность возобновления (по 2–6 экз. / га в год) тоже хорошо прослеживается. Можно предполагать, что такая возрастная структура — результат не смертности всходов и подроста, а недостатка дренированных и пригодных для поселения участков субстрата, причем как раз вследствие того, что ранее поселившиеся деревья длительно занимают такие участки.

Заключение

Широкий диапазон и непрерывность размерного и возрастного ряда в ценопопуляциях ели свидетельствует о том, что в сообществах уже длительное время постоянно есть условия для полного онтогенетического развития деревьев. Несогласованность размера с возрастом и малая численность крупных деревьев свидетельствуют, что большинству деревьев популяции использовать эти условия не удастся. Но смертность деревьев невелика во всех размерных ступенях, что можно объяснить тем, что мелким деревьям позволяет длительно выживать режим освещенности, а крупные деревья стоят разреженно, поэтому их отмирание и вываливание не инициирует массового развала. Равномерность возрастной структуры в ценопопуляциях лесообразователей позволяет предполагать, что их динамику очень сильно регулирует нехватка подходящего субстрата для поселения, тоже во многом обусловленная низкой смертностью деревьев. Таким образом, основной фактор стабилизации структуры старовозрастных темнохвойных лесов — стресс-толерантная стратегия ценопопуляций лесообразователей, которая проявляется в снижении интенсивности ростовых процессов и низкой смертности деревьев. Выявленный характер динамики рассматривается как природно обусловленный, поскольку участки для исследований были выбраны с учетом признаков, позволяющих предполагать минимальное воздействие пожаров и лесозаготовок.

Список источников

Алейников А. А., Лазников А. А. Популяционная структура древесных видов разновозрастных елово-пихтарников Северного Предуралья // Вестник МГУЛ — Лесной вестник. 2012. № 2 (85). С. 32–37.

Дыренков С. А. Структура и динамика таежных ельников. Л.: Наука, 1984. 173 с.

Казимиров Н. И. Ельники Карелии. Л.: ЛО «Наука», 1971. 138 с.

Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. СПб.: Наука, 2006. 337 с.

Львов П. Н., Ипатов Л. Ф. Лесная типология на географической основе. Архангельск: Северо-западное книжное издательство, 1976. 195 с.

Рай Е. А., Добрынин Д. А., Торхов С. В., Яницкая Т. О. и др. Выделение и сохранение лесов высокой природоохранной ценности в Архангельской области. Архангельск: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2010. 68 с.

References

Aleynikov A. A., Laznikov A. A. Populyatsionnaya struktura drevesnykh vidov raznovozrastnykh yelovo-pikhtarnikov Severnogo Predural'ya // Vestnik MGUL — Lesnoy vestnik. 2012. No 2 (85). P. 32–37.

Dyrenkov S. A. Struktura i dinamika tayezhnykh yel'nikov. L.: Nauka, 1984. 173 s. Kazimirov N. I. Yel'niki Karelii. L.: LO «Nauka», 1971. 138 p.

Korennyye yelovyye lesa Severa: bioraznoobraziye, struktura, funktsii. SPb.: Nauka, 2006. 337 p.

Lvov P. N., Ipatov L. F. Lesnaya tipologiya na geograficheskoy osnove. Arkhangel'sk: Severo-zapadnoye knizhnoye izdatel'stvo, 1976. 195 p.

Ray Ye. A., Dobrynin D. A., Torkhov S. V., Yanitskaya T. O. et al. Vydeleniye i sokhraneniye lesov vysokoy prirodookhrannoy tsennosti v Arkhangel'skoy oblasti. Arkhangel'sk: Vsemirnyy fond dikoy prirody (WWF), 2010. 68 p.

Статья поступила в редакцию 03.06.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 03.06.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья

УДК 581.95

doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.009

НОВЫЕ ВИДЫ ЦИАНОПРОКАРИОТ ВО ФЛОРЕ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

Денис Александрович Давыдов^{1, 2}

¹Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия; d_disa@mail.ru

²Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, Россия

Аннотация

Исследование представляет новые результаты инвентаризации видов цианопрокариот из северной части Полярного Урала. Эта территория имеет уникальное географическое положение на южной границе Арктики и характеризуется неоднородными природными условиями. Флора района изучалась маршрутным методом во время экспедиционного обследования 2019 г.; было обследовано 52 местонахождения, собрано 232 пробы. В результате идентификации, основанной на анатомо-морфологических признаках, выявлено 23 вида цианопрокариот, которые ранее не приводились для флоры Полярного Урала. Значительное число новых указаний отражает потенциально высокое разнообразие наземных цианобактерий этой территории. Это обусловлено как наличием большого числа монтанных типов местообитаний, так и геологическим разнообразием горных пород.

Ключевые слова:

цианобактерии, Полярный Урал, Арктика, биоразнообразие, флора

Благодарности:

работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда, проект № 21-14-00029 (<https://rscf.ru/project/21-14-00029/>). При проведении работ использовано оборудование уникальной научной установки — гербарий Полярно-альпийского ботанического сада-института (КРАБГ; Кировск, Россия) № 499397.

Original article

NEW CYANOBACTERIAL SPECIES IN THE FLORA OF THE POLAR URALS

Denis A. Davydov^{1, 2}

¹*Avrerin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; d_disa@mail.ru*

²*Institute of North Industrial Ecology Problems of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia*

Abstract

The present study provides new results of an inventory of cyanobacterial species from the North part of the Polar Urals Mountains. This territory is characterized as a unique geographical position in the transition between sub-Arctic and Low-Arctic zone and heterogeneous natural conditions. In 2019 expedition in a total of 52 localities were studied, 232 samples collected. The species identification was based on morphological features only. As a result, twenty-three species are reported for the Polar Urals flora for the first time. Feasibly, unexplored biodiversity of the terrestrial cyanobacteria of this territory is very high. This is due to both the presence of a large number of montane habitat types and the geological diversity of rocks.

Keywords:

cyanoprokaryota, cyanobacteria, the Polar Urals, the Arctic, biodiversity, flora

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute (1021071612832-8-1.6.11). This research was funded by the Russian Science Foundation, grant number 21-14-00029 (<https://rscf.ru/project/21-14-00029/>). The research was done using large-scale research facilities at the herbarium at the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute (КРАБГ; Kirovsk, Russia) reg. No. 499397.

Введение

Цианопрокариоты являются важным компонентом арктических экосистем, поскольку способствуют фиксации как углерода, так и азота и часто рассматриваются как основные первичные продуценты в полярных биотопах. Выявление биоразнообразия цианобактерий локальных территорий необходимо, так как эти данные лежат в основе природоохранного и экологического мониторинга. Разнообразие и распространение цианобактерий северных территорий Евразии изучено недостаточно [Davydov, Patova, 2018].

Уральские горы располагаются на границе Европы и Азии и отличаются уникальными природными условиями. Полярный Урал является самой северной частью гигантского Уральского хребта. Он расположен севернее южной границы зональных тундр и, таким образом, целиком находится в пределах Арктики в понимании ряда авторов [Aleksandrova, 1980; Walker et al., 2005].

Рельеф Полярного Урала представляет систему коротких меридионально ориентированных хребтов, рассечённых поперечными долинами рек. Западный макросклон более крутой и расчленен реками и ручьями значительно сильнее восточного. Наряду с платообразными вершинами здесь широко развиты хребты с типичными альпийскими формами. Климат холодный, континентальный, безморозный период длится около шестидесяти дней с высоким количеством осадков, выпадающих на западном макросклоне, — до 1500 мм. Высотная поясность слагается двумя поясами: нижние части горных склонов до 500–600 м над уровнем моря занимает горно-тундровый пояс, выше располагается гольцовый пояс.

Материалы и методы

Сборы цианопрокариот проводили в 2019 г. маршрутным методом. В различных местообитаниях было собрано 230 образцов, в 205 из них были идентифицированы виды цианобактерий. Все образцы цианопрокариот были идентифицированы на основании морфологических признаков с использованием светового микроскопа AxioScope A1 (Zeiss©), оборудованного системой DI-контраста с камерами ProgRes (Jenoptik©), по современным определителям [Komárek, Anagnostidis, 1998, 2005; Komárek, 2013]. Информация об образцах внесена в информационную систему CRIS (<http://krabg.ru/cyanopro/>) [Мелехин и др., 2013, Melekhin et al., 2019], а образцы депонированы в гербарий Полярно-альпийского ботанического сада института (КРАБГ).

Результаты и обсуждение

По результатам исследования было выявлено 23 вида цианопрокариот, которые ранее не указывались для флоры Полярного Урала, ряд из них являются новыми находками для Арктики. Ниже приведено распространение этих видов

на территории Арктики и Субарктики, литературные указания для всех находок можно найти в информационной системе <http://krabg.ru/cyanopro/>.

Aphanocapsa fonticola Hansg. — монтанный вид, широко распространен в Европе, в Арктике и Субарктике встречается на Шпицбергене, в Норвегии и Мурманской области. Также известен из Китая.

A. parietina Näg. — мультизональный вид, в Арктике встречается на Шпицбергене, в Большеземельской тундре, на Таймыре и в бассейне Колымы. Южнее найден в Мурманской области, на Приполярном Урале, широко распространен в Европе.

A. rivularis (Carm.) Rabenh. — аркто-бореально-монтанный вид, в Арктике встречается на Шпицбергене, в тундровой зоне Мурманской области, Большеземельской тундре, Якутии, на Аляске.

Aphanothece pallida (Kütz.) Rabenh. — мультизональный вид, в Арктике выявлен на Новой Земле, на Аляске, в Субарктике — в Мурманской области и Норвегии. Спорадически распространен в Чехии, Германии, Франции, на Азорских островах.

Calothrix breviarticulata W. West et G. S. West — вид с неясным распространением, на территории Арктики спорадически встречается на Шпицбергене, в Субарктике найден только в Мурманской области.

Chlorogloea purpurea Geitl. — монтанный вид, в Арктике ранее не указывался, приурочен к горным районам: описан из Австрии, найден на Южном Урале (Башкирия).

Chroococcopsis epiphytica Geitl. — монтанный вид, это первое указание вида для территории Арктики, в Субарктике найден только в Мурманской области. Вид со спорадическим монтанным распространением, встречается также в Австрийских Альпах.

Chroococcus helveticus Näg. — монтанный вид, в Арктике найден на Шпицбергене, Новой Земле, в Субарктике — в Мурманской области, Карелии. Известен из Швейцарии и США.

Gloeocapsa alpina (Näg.) Brand — широко распространенный аркто-монтанный вид. В Арктике найден на Шпицбергене, архипелаге Земля Франца-Иосифа, Северной Земле, в восточноевропейских тундрах, на Ямале, Чукотке, острове Элсмир, в Якутии. В Субарктике распространен в Исландии, Норвегии, Швеции, Мурманской области, Карелии, Приполярном Урале, Якутии, Камчатке. В мире распространён в горах Центральной Европы, США.

G. fusco-lutea (Näg.) Kütz. — вид с неясным распространением, в Арктике, помимо Полярного Урала, встречается на Шпицбергене, в Субарктике известен только из Мурманской области. В мире распространен в Центральной и Западной Европе.

G. kuetzingiana Näg. — вид с аркто-монтанным распространением. Широко представлен на Шпицбергене, в Арктике найден также на острове Элсмир. В Субарктике обитает в Норвегии, Мурманской области, в окрестностях города Лабытнанги, в Красноярском крае, в Магаданской области.

G. ralfsii (Harv.) Kütz. — монтанный вид, в Арктике известен со Шпицбергена, выявлен на Аляске и в Северной Канаде.

G. rupestris Kütz. — аркто-монтанный вид. В Арктике произрастает на Шпицбергене, в Большеземельской тундре, Якутии, Гренландии.

В Субарктике выявлен в Исландии, Мурманской области, Карелии, Приполярном Урале, Красноярском крае, субарктической части Якутии.

Gloeocapsopsis chroococcoides (Nováček) Komárek — монотипный вид. В Арктике найден в Якутии, в Субарктике — в Мурманской области.

G. pleurocapsoides (Nováček) Komárek et Anagn. — монотипный вид. В Арктике, помимо Полярного Урала, найден только на Шпицбергене, в Субарктике — в Норвегии и Мурманской области.

Gloeotheca confluens Näg. — аркто-бореально-монотипный вид, широко распространен на Шпицбергене, найден в Большеземельской тундре и Якутии. В Субарктике выявлен в Исландии, Мурманской области, на Приполярном Урале.

Gloeotheca fusco-lutea Näg. — вид с неясным распространением. В Арктике, помимо Полярного Урала, выявлен на юге Гренландии, в Субарктике — в Мурманской области.

G. heufleri Grun. — редкий вид с неясным распространением. В Арктике выявлен впервые, в Субарктике встречается в Мурманской области.

G. palea (Kütz.) Rabenh. — бореальный вид, редко встречается в Арктике, помимо Полярного Урала, выявлен на Шпицбергене, в Субарктике — в Мурманской области и Красноярском крае.

Gloeotheca rupestris (Lyngb.) Born. — мультизональный вид, в Арктике спорадически распространен на Шпицбергене, найден в Большеземельской тундре, в окрестностях города Лабытнанги, на Северной Земле, в Якутии. Для Субарктики приводится из Исландии, Приполярного Урала, Красноярского края, Командорских островов.

Leptolyngbya "Albertano\Kováčik-green" — вид с неясным распространением, в Арктике найден на Шпицбергене, из Субарктики не приводится.

L. sieminskae Richter et Matula — арктический вид, был описан с территории архипелага Шпицберген, известен также с территории Полярного Урала.

Microcoleus vaginatus Gom. ex Gom. — мультизональный вид, один из самых распространенных в Арктике: остров Визе, Северная Земля, Большеземельская тундра, остров Элсмир, Гренландия. В Субарктике выявлен в Норвегии, Швеции, Мурманской области, бассейне Печоры.

Nostoc caeruleum Lyngb. ex Born. et Flah. — мультизональный вид, в Арктике произрастает в Малоземельской тундре, на Новой Земле, Якутии, на Новосибирских островах, в Субарктике известен из Мурманской области, Карелии, Приполярного Урала.

Phormidiochaete nordstedtii (Born. et Flah. ex De Toni) Komárek — аркто-бореальный вид. В Арктике указывается для Гренландии, Шпицбергена, в Субарктике для Норвегии, Швеции, Мурманской области. Широко распространен в Северной и Центральной Европе.

Phormidium kuetzingianum (Kirchn. ex Gom.) Anagn. et Komárek — мультизональный вид, в Арктике приводится для Шпицбергена, Малоземельской тундры, Чукотки, в Субарктике — для Мурманской области, Приполярного Урала.

Pseudanabaena minima (G. S. An) Anagn. — вид с неясным распространением. В Арктике выявлен на Шпицбергене, в Субарктике известен для Мурманской области.

Rivularia haematites [DC] C. Ag. ex Born. et Flah. — аркто-бореальный вид, в Арктике встречается на Канадском Арктическом архипелаге, Аляске, Новой Земле, в Большеземельской тундре, в Субарктике — в Мурманской области.

Schizothrix lardacea Gom. — мультизональный вид, в Арктике встречается на Шпицбергене, в Большеземельской тундре, на Ямале, в Субарктике — в Мурманской области, Красноярском крае, на Камчатке, Командорских островах.

Siphononema polonicum (Raciborski) Geitl. — монтанный вид, в Арктике характерен для флоры Шпицбергена, Якутии, в Субарктике произрастает в Норвегии и на Приполярном Урале. В Европе распространен в Альпах, Татрах.

Scytonema mirabile [Dillw.] Born. — мультизональный вид, в Арктике известен с острова Элсмир, Большеземельской тундры, в Субарктике — из Норвегии, Швеции, Мурманской области, Приполярного Урала.

Symplocastrum friesii [C. Ag.] ex Kirchn. — мультизональный вид, широко распространен в Арктике: Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, в Восточноевропейских тундрах, в окрестностях города Лабытнанги, на Ямале, Таймыре, Северной Земле, в Субарктике — в Мурманской области, Карелии, на Приполярном Урале, в Красноярском крае, Магаданской области, на Камчатке, Командорских островах.

Trichocoleus delicatulus (W. West et G. S. West) Anagn. — вид с неясным распространением, приводится во флоре Шпицбергена, в Арктике и Субарктике в других местах не встречается. Вид описан в Англии, найден в Греции.

T. sociatus (W. West et G. S. West) Anagn. — мультизональный вид, помимо Полярного Урала, в Арктике выявлен на архипелаге Шпицберген, острове Королевы Елизаветы (Канадский Арктический архипелаг), в Субарктике — в Мурманской области, Красноярском крае, Магаданской области.

Заключение

На территории северной части Полярного Урала выявлено 23 новых для региона вида цианопрокариот. Значительное число новых указаний отражает потенциально высокое разнообразие наземных цианобактерий этой территории. Такое богатство обусловлено как наличием большого числа монтанных типов местообитаний, так и геологическим разнообразием горных пород. Выявление большого числа новых для региона видов свидетельствует, что потенциальное разнообразие цианопрокраиот района в значительной степени недоизучено. По характеру распространения большинство выявленных видов являются довольно широко распространенными в Арктике и Субарктике. Вместе с тем, обнаружены виды, которые ранее не были отмечены в высокоширотных регионах.

Список источников

Мелехин А. В., Давыдов Д. А., Шалыгин С. С., Боровичев Е. А. Общедоступная информационная система по биоразнообразию цианопрокариот и лишайников CRIS (Cryptogamic Russian Information System) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол., 2013. Т. 118, вып. 6. С. 51—56.

Aleksandrova V. D. The Arctic and Antarctic: Their Division into Geobotanical Areas. Cambridge, Cambridge University Press, 1980.

Melekhin A. V., Davydov D. A., Borovichev E. A., Shalygin S. S. & Konstantinova N. A. CRIS — service for input, storage and analysis of the biodiversity data of the cryptogams

// Folia Cryptogamica Estonica. 2019. Vol. 56. P. 99–108. <https://doi.org/10.12697/fce.2019.56.10>

Davydov D., Patova E. The diversity of Cyanoprokaryota from freshwater and terrestrial habitats in the Eurasian Arctic and Hypoarctic // *Hydrobiologia*. 2018. Vol. 811 (1). P. 119–138. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3400-3>

Komárek J. Cyanoprokaryota. Teil 3: Heterocytous genera // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd. 19/3. Berlin; Heidelberg, 2013. 1133 p. DOI: 10.1007/978-3-8274-2737-3

Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. Teil 1: Chroococcales // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 19/1. Jena, etc., 1998. 548 p.

Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. Teil 2: Oscillatoriales // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd. 19/2. Heidelberg, 2005. 759 p.

Walker D. A., Raynolds M. K., Daniels F. J. A., Einarsson E., Elvebakk A., Gould W. A., Katenin A., Kholod S., Markon C., Melnikov E., Moskalenko N., Talbot S., Yurtsev B. A. The circumpolar Arctic vegetation map // *Journal of Vegetation Science*. 2005. Vol. 16. P. 267–282.

References

Aleksandrova V. D. The Arctic and Antarctic: Their Division into Geobotanical Areas. Cambridge, Cambridge University Press, 1980.

Davydov D., Patova E. The diversity of Cyanoprokaryota from freshwater and terrestrial habitats in the Eurasian Arctic and Hypoarctic // *Hydrobiologia*. 2018. Vol. 811 (1). P. 119–138. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3400-3>

Komárek J. Cyanoprokaryota. Teil 3: Heterocytous genera // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd. 19/3. Berlin; Heidelberg, 2013. 1133 p. DOI: 10.1007/978-3-8274-2737-3

Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. Teil 1: Chroococcales // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 19/1. Jena, etc., 1998. 548 p.

Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. Teil 2: Oscillatoriales // *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd. 19/2. Heidelberg, 2005. 759 p.

Melechin A. V., Davydov D. A., Shalygin S. S., Borovichev E. A. Open information system on biodiversity cyanoprokaryotes and lichens CRIS (Cryptogamic Russian Information System) // *Bulletin MOIP*, 2013. Vol. 118. P. 51–56.

Melechin A. V., Davydov D. A., Borovichev E. A., Shalygin S. S. & Konstantinova N. A. CRIS — service for input, storage and analysis of the biodiversity data of the cryptogams // *Folia Cryptogamica Estonica*. 2019. Vol. 56. P. 99–108. <https://doi.org/10.12697/fce.2019.56.10>

Walker D. A., Raynolds M. K., Daniels F. J. A., Einarsson E., Elvebakk A., Gould W. A., Katenin A., Kholod S., Markon C., Melnikov E., Moskalenko N., Talbot S., Yurtsev B. A. The circumpolar Arctic vegetation map // *Journal of Vegetation Science*. 2005. Vol. 16. P. 267–282.

Статья поступила в редакцию 30.05.2021; одобрена после рецензирования 10.06.2021; принята к публикации 10.11.2021.

The article was submitted 30.05.2021; approved after reviewing 10.06.2021; accepted for publication 10.11.2021.

Научная статья
УДК 581.32:502.75
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.010

РАСПОСТРАНЕНИЕ РЕДКО ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ ПЕЧЕНОЧНИКОВ И МХОВ В НИЗОВЬЯХ ГОРНЫХ РЕК ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Елена Николаевна Андреева

Санкт-Петербург, Россия; spb.elena@list.ru

Аннотация

Приведен список из 35 таксонов редко встречающихся и охраняемых видов печеночников и мхов, выявленных на рекреационных объектах Сочинского национального парка и пограничных с ним территориях в Лазаревском районе города Сочи. Обнаружены новые местонахождения видов, имеющих статус уязвимых в Европе (*Liochlaena subulata*, *Fissidens rivularis*, *Mnium heterophyllum*), а также видов, включенных в Красную книгу Краснодарского края: *Cephaloziella turneri*, *Cololejeunea rossettiana*, *Jubula hutchinsiae* subsp. *caucasica*, *Mesoptychia turbinata*, *Habrodon perpusillus*, *Leucobryum juniperoideum*, *Mnium heterophyllum*, *Pogonatum neesii* и *Rhynchostegium confertum*. Впервые для Западного Кавказа указаны: *Cyrtomnium hymenophylloides*, *Didymodon murrayae*, *Myuroclada longiramea* и *Oxyrrhynchium speciosum*.

Ключевые слова:

печеночники, мхи, Западный Кавказ, Сочинский национальный парк, Красная книга Краснодарского края, рекреационные объекты

Благодарности:

выражаю благодарность А. Г. Андрееву за помощь в подготовке статьи. Работа выполнена при финансовой и технической поддержке Н. А. Андреева и П. А. Андреева.

Original article

ANTHROPOGENIC DYNAMICS OF RARE AND PROTECTED SPECIES OF LIVERWORTS AND MOSSES IN THE LOWER REACHES OF MOUNTAIN RIVERS OF THE WESTERN CAUCASUS

Elena N. Andreeva

Saint Petersburg, Russia; spb.elena@list.ru

Abstract

The list of 35 taxa of new, rare and protected species of liverworts and mosses identified at the recreational facilities of the Sochi National Park and its border areas in the Lazarevsky district of Sochi is given. New locations of species with Extinction risk from the European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts (*Liochlaena subulata*, *Fissidens rivularis*, *Mnium heterophyllum*,) have been discovered. New locations of *Cephaloziella turneri*, *Cololejeunea rossettiana*, *Jubula hutchinsiae* subsp. *caucasica*, *Mesoptychia turbinata*, *Habrodon perpusillus*, *Leucobryum juniperoideum*, *Mnium heterophyllum*, *Pogonatum neesii* and *Rhynchostegium confertum* included in the Red Book of the Krasnodar Territory have been found. *Cyrtomnium hymenophylloides*, *Didymodon murrayae*, *Myuroclada longiramea* and *Oxyrrhynchium speciosum* were first identified for the Western Caucasus.

Keywords:

hepatics, mosses, Western Caucasus, Sochi National Park, Red Data Book of Krasnodar Territory, recreational facilities

Acknowledgments:

we are sincerely grateful to A. G. Andreev for his help in preparing the article. This research was supported by N. A. Andreev and P. A. Andreev.

Введение

Флора печеночников и мхов Западного Кавказа изучена локально, поэтому трудно судить о степени изученности бриофлоры этого региона с достаточной степенью объективности. Исключения представляют охраняемые территории [Акатова и др., 2010]. Причинами слабой изученности являются как редкое и нерегулярное посещение этих мест бриологами, так и сложность работы в условиях сильно пересеченного рельефа (глубокие ущелья с вертикальными стенками и водопадами на реках) в сочетании с завалами деревьев и труднопроходимыми зарослями колючих древесных лиан и кустарников, характерных для широколиственных колхидских лесов, распространенных в долинах горных рек, обращенных к морю.

Материалы и методы

Автором собрана коллекция печеночников и мхов в окрестностях поселка Лазаревское на трех рекреационных объектах (РО) Сочинского национального парка (ФГБУ «СНП»), а также на трех участках с напочвенным моховым покровом, расположенных вблизи парка. Сборы печеночников и мхов проведены в 2018 г. с 24 июня по 1 июля и в 2019 г. с 24 июня по 3 июля путем детального изучения площадок размером 1 × 1 м на маршрутах различной протяженности через каждые 5 м преимущественно вдоль русла рек и на склонах. Параметры мест сборов приведены в табл. 1. Всего было собрано 500 пакетов с образцами.

Гербарные образцы переданы в гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE) и Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (MW). Названия видов приведены в соответствии со сводкой [Hodgetts et al., 2020]. Координаты и высоты мест сбора определены с помощью GPS-навигатора.

Результаты и обсуждение

Всего на территории трех рекреационных объектов и трех участков в окрестностях ст. Солоники Лазаревского района города Сочи обнаружено 18 видов печеночников и 82 вида мхов, из них 35 редко встречающихся и охраняемых в Краснодарском крае, в том числе 14 новых видов мхов для СНП [Акатова, 2006]. На основании литературных данных по западному Кавказу [Акатова, Игнатова, 2000; Игнатов и др., 2002; Игнатова и др., 2005; Акатова, 2006, 2012, 2014; Акатова и др., 2010; Дорошина, 2015] автором выделена группа видов с редкой встречаемостью (до трех находок). Благодаря существующему флористическому обзору печеночников Лазаревского района в десяти РО [Константинова, Савченко, 2012] можно судить о распространении видов печеночников в исследуемом районе.

В 2018 г. автором был обследован новый РО Лазаревского района «Волконский дольмен» (один участок), где обнаружены такие редкие виды, как *Calypogeia arguta* (вторая находка для российской части Кавказа) и *Liochlaena subulata* (вторая находка для СНП). Здесь также найдены *Jubula hutchinsiae* subsp. *caucasica*, *Mesoptychia turbinata*, *Leucobryum juniperoideum*, *Pogonatum neesii*, включенные в Красную книгу Краснодарского края. Всего в этом РО выявлено девять видов печеночников. Найдены новые для СНП виды мхов: *Blindia delphus recurvatus*, *Cyrtomnium hymenophylloides*, *Fissidens adianthoides*, *Mnium hornum*. (табл. 2).

Таблица 1

Места сборов печеночников и мхов в РО СНП и окрестностях ст. Солоники Лазаревского района города Сочи

№	Рекреационный объект (дата сбора образцов)	Длина маршрута, м	Высота, м над ур. м.	Экспозиция склона	Координаты	Общее число видов	Форма рельефа, растительность
1	РО «Волконский дольмен» (29 июня 2018 г.)	300	30	ЮЮЗ	43°52'23.65" — 43°52'29.44" с. ш., 39°23'44.31" — 39°23'52.57" в. д.	30	Выраженная пойма реки Годлих с нагромождением глыб и мегалитов
2	РО «Берендеево царство», приток реки Куапсе (29 июня 2019 г.)	400	60–80		43°56'55" с. ш., 39°18'46" в. д.	29	Дно и борта узкого каньона -7 м глубиной. Водопады на ручье Лель
3	РО «Водопад Чудо- Красотка» (27 июня 2018 г.)	400	75–120	ЮЗ	43°53'6" с. ш., 39°23'44" в. д.	35	Корытообразное ущелье, глубиной 5–7 м. Водопады на реке Чудо-Красотка
4	Приморские склоны в устье реки Цусхвадж, (1 июля 2018 г., 24–25 июня 2019 г.)	1500	20–40	ЮЗ	43°53'3" с. ш., 39°21'51" в. д.; 43°52'53" с. ш., 39°22'13" в. д.	17	Сосняки после низового пожара 2014 г. Ливневка вдоль железнодорожного полотна
5	Микрорайон Солоники, приток реки Цусхвадж (2–4 июля 2018 г., 26 июня, 1 июля 2019 г.)	800	160	С	43°52'55" — 43°53'0" с. ш., 39°22'18" — 39°22'44" в. д.	48	Правый берег реки Чудо- Красотка, в нижнем течении. Буково-грабовый лес со следами выпаса
6	Микрорайон Волконка, река Годлих вдоль Ольховой ул. (29 июня 2018 г.)	460	20–40	Ю	43°52'13" с. ш., 39°23'51" — 39°23'42" в. д.	15	Старинная грабово-буковая аллея на пологом скате с ливневкой. Береговые обрывы

Характеристики охраняемых и редко встречающихся видов печеночников и мхов в РО СНП
и окрестностях ст. Солоники Лазаревского района города Сочи

Статус уязвимости вида		Редко встречаемые виды	Номер РО СНП (в соответствии с табл. 1)			Номер пограничной с СНП территории (в соответствии с табл. 1)		
IUCN Red List Europe	КК		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
LC		<i>Calypogeia arguta</i> Nees & Mont.	VI c					
LC	3 УВ	<i>Cephaloziella turneri</i> (Hook.) Müll. Frib.						I a
LC	3 УВ	<i>Cololejeunea rossettiana</i> (C. Massal.) Schiffn.		1i	4 b, i	II i	VII O i	
LC	3 УВ	<i>Jubula hutchinsiae</i> subsp. <i>caucasica</i> Konstant. et Vilnet	VI c					
NT		<i>Liochlaena subulata</i> (A. Evans) Schljakov (рис. 4)	III c					
LC	3 УВ	<i>Mesoptychia turbinata</i> (Raddi) L. Söderstr. & Váňa (рис. 5)	7					
LC		* <i>Blindiadelphus recurvatus</i> (Hedw.) Fedosov & Ignatov	7					
LC		** <i>Cyrtomnium hymenophylloides</i> (Huebener) T. J. Кор. (рис. 1)	1f					
		** <i>Didymodon murrayae</i> T. Otn.			2 a			
LC		<i>Drepanium recurvatum</i> (Lindb. & Arnell) G. Roth.						I a
LC		* <i>Fissidens adianthoides</i> Hedw.	3a					
LC		<i>F. exilis</i> Hedw.				сп 8 b		IV f
LC		<i>F. gracilifolius</i> Brugg.-Nann. & Nyholm						IV f
NT		* <i>F. rivularis</i> (Spruce) Schimp.			2 b			IV f

1	2	3	4	5	6	7	8	9
LC	3 УВ	<i>Habrodon perpusillus</i> (De Not.) Lindb. (рис. 2)					гдл (Г, Д)	
LC		<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra					V d	
LC		<i>Leptodon smithii</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr			2 зсв, VII (К)	VII (Г), 8 VII (Д)	VII (II)	VIII (Г)
LC	2 ИС	<i>Leucobryum juniperoideum</i> (Brid.) Müll. Hal. (рис. 3)	VI c, III c, h	III c; h				
		<i>Lewinskya rupestris</i> (Schleich. ex Schwägr.) F. Lara, Garilleti & Goffinet						VIII (Г)
RE	2 ИС	<i>Mnium heterophyllum</i> (Hook.) Schwägr.		1b	II b			
LC		* <i>M. hornum</i> Hedw.	4 f, VI c	1c				
DD		** <i>Myuroclada longiramea</i> (Müll. Hal.) M. Li, Y.- F. Wang, Ignatov & Huttunen					VII (O)	
LC		<i>Orthotrichum diaphanum</i> Brid.					VII (II)	
LC		** <i>Oxyrrhynchium speciosum</i> (Brid.) Warnst.		1 b	2 b		1b	
LC		* <i>Palustriella falcata</i> (Brid.) Hedenäs		1 f, 6 f, g, 7	6 f			
LC		<i>Plasteurhynchium striatulum</i> (Spruce) M. Fleisch.		1 b	зсв	сп 5 f	1 b	
	3 УВ	* <i>Pogonatum neesii</i> (Müll. Hal.) Dozy (рис. 6)	3 a					
LC		* <i>Rhynchostegiella teneriffae</i> (Mont.) Dirkse & Bouman		6 f	2 f		V d	IV f
LC	3 УВ	* <i>Rhynchostegium confertum</i> (Dicks.) Schimp.			1 b			
LC		<i>Seligeria calcarea</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.				1 e	1 e	

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
LC		<i>Sciuro-hypnum flotowianum</i> (Sendtn.) Ignatov & Huttunen	1 b	1 b				
DD		* <i>S. oedipodium</i> (Mitt.) Ignatov & Huttunen			гдл (Г)		1 f	
LC		<i>Ulota crispula</i> Bruch					VII (О, Г)	VIII (Г)
LC		<i>Weissia condensa</i> (Voit) Lindb.						3 a
LC		<i>W. levieri</i> (Limpr.) Kindb.				IV d		
		Число видов	11	9	11	6	12	10

Примечание. СНП — Сочинский национальный парк; IUCN Red List Europe — данные 2019 г., КК — Красная книга Краснодарского края (2017), Категории уязвимости европейских видов печеночников и мхов: RE — регионально исчезнувший вид, NT — вид, находящейся почти под угрозой, LC — наименьшее беспокойство, DD — нехватка данных; ПТ — категории уязвимости видов в Перечне таксонов растений и грибов, занесенных в Красную книгу Краснодарского края (2017): 3 УВ — «Уязвимые», 2 ИС — «Исчезающие» виды. Местобитания: 1 — берега рек и ручьев, 2 — рассоха, 3 — подножие коренного берега, 4 — борт каньона, 5 — временные водотоки на склонах, 6 — стенки каньона вблизи водопадов, 7 — сырые стенки и основания мегалитов, 8 — обнаженный флиш. Субстраты: a — суглинок, b — рыхлый известковый мергель, c — песчаник, d — бетон, e — трещины в горизонтальных флишах, f — обломки пород (камни), g — травертин, h — гнилая древесина, i — угнетенные побеги мхов; деревья: Г — граб, О — ольха, П — платан, Д — дуб, К — кипарис. Антропогенно трансформированные экотопы: I — останец на автобусной остановке, II — лесные тропы, III — дольмены, IV — открытая ливневая канализация, V — основание опоры моста через реку Цухвадж, VI — плита, обрамляющая выход сероводородного источника, VII — отдельно стоящие старые деревья, VIII — старинные аллеи. Лесные сообщества и их производные: гдл — грабово-дубовый лес, сп — пицундские сосны, зсв — завалы из стволов и ветвей в русле реки. Звездочками отмечены виды мхов, ранее не указанные для территории СНП (*), и виды, новые для Кавказа (**).

В отличие от осенних сборов предыдущих исследователей [Константинова, Савченко, 2012], мы производили сборы в РО «Берендеево царство» (РО № 2) в начале летнего сезона 2019 г. Этим частично объясняется отличие собранного материала: в летний период мхи останавливают активный рост, который возобновляется в осенний период. Гибель самшитников в СНП в 2014 г. [Щуров и др., 2017] привела к осветлению прирусловых зарослей. Именно с этим можно связать массовое появление охраняемого печеночника *Cololejeunea rossettiana*, растущего на угнетенных стеблях и листьях мхов родов *Thamnobryum*, *Isothecium*, *Neckera*. Кроме того, здесь найден другой эпифильный печеночник — *Metzgeria furcata* (L.) Corda.

В 2019 г. здесь найдены новые для СНП виды мхов: *Mnium hornum*, *Oxyrrhynchium speciosum*, *Palustriella falcata*, *Rhynchostegiella teneriffae* и редко встречающийся *Sciuro-hypnum flotowianum*. Рассеянно произрастают виды, включенные в Красную книгу Краснодарского края: *Cololejeunea rossettiana*, *Leucobryum juniperoideum* и *Mnium heterophyllum*.

Список ривальных видов РО «Водопад Чудо-Красотка» (РО № 3) близок к видовому составу РО «Берендеево царство» (РО № 2). Разница в составе заключается в появлении новых для СНП видов, таких как: *Didymodon murrayae*, *Fissidens rivularis*, *Rhynchostegium confertum* и *Sciuro-hypnum oedipodium*, а также в отсутствии *Mnium hornum*. Здесь рассеянно произрастают виды, включенные в Красную книгу Краснодарского края — *Cololejeunea rossettiana* и *Mnium heterophyllum* — и обнаружен новый для этого РО охраняемый вид — *Rhynchostegium confertum*. Впервые для Кавказа автором выявлен *Didymodon murrayae*, описанный Т. Н. Отнюковой с Алтая [Отнюкова, 2002], а также найденный в Монголии и Северной Америке (Аляска и Британская Колумбия) [Kuřera, Ignatov, 2015].

Находки редко встречающихся и охраняемых видов на территориях, примыкающих к СНП (участки № 4, 5 и 6), свидетельствуют о благоприятных условиях для произрастания печеночников и мхов в умеренно нарушенных сообществах. Тот факт, что на этих территориях были собраны виды, не указанные для СНП, позволяет предположить, что эти мхи могут произрастать и на территории парка. Вблизи границ СНП были обнаружены 18 видов, из них 11 видов пока не указаны для территории парка (табл. 2).

На приморских склонах, в устье реки Цусхвандж (участок № 4), собраны *Leptodon smithii*, *Fissidens exilis* и *Weisia levieri*. Последний вид произрастал на стенке ливневки железнодорожного полотна и отмечался на Кавказе только в качестве единичных находок [Дорошина, 2008; Дорошина, Шильников, 2009; Софронова и др., 2017]. Феномен обильного развития *Fissidens exilis* на южных склонах, вдоль бетонных дорожек, свидетельствуют об их активном современном распространении на Черноморском побережье (табл. 2), хотя ранее его относили к редко встречающимся видам [Акатова 2008, 2010]. Как оказалось, уникальный для России вид *Leptodon smithii*, произрастающий только на Черноморском побережье (на Кавказе и в Крыму), распространен в антропогенных местах, в частности на старых кипарисах вдоль трассы, на грабах в старинной аллее (табл. 2) и на бетонном заборе в парке «Южные культуры» [Софронова и др., 2018]. Высокой антропогенной толерантностью обладает *Plasteurhynchium striatulum*, сохранившийся на камнях пересохшего водотока после пожара четырехлетней давности на южном приморском склоне (табл. 2).



Рис. 1. *Cyrtonnium hymenophylloides*



Рис. 2. *Habrodon perpusillus*



Рис. 3. *Leucobryum juniperoideum*



Рис. 4. *Liochlaena subulata*

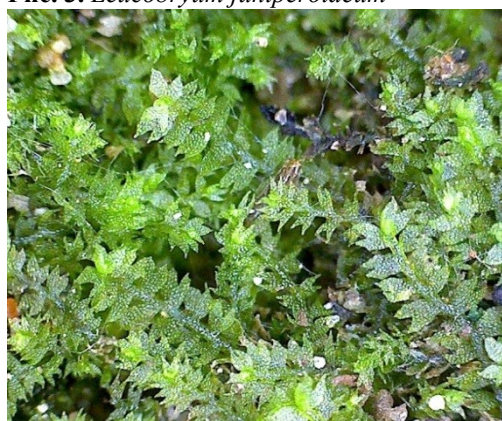


Рис. 5. *Mesoptychia turbinata*



Рис. 6. *Pogonatum neesii*

В микрорайоне Солоники (участок № 5) при обследовании коренного берега реки Чудо-Красотка (в одном километре от места ее впадения в реку Цусхвадж) найдены *Cololejeunea rossettiana*, *Habrodon perpusillus*, *Leptodon smithii*, *Myuroclada longiramea* (впервые для Кавказа), *Orthotrichum diapharum*,

Plasteurhynchium striatulum, *Rhynchostegiella teneriffae* и *Seligeria calcarea*. Вблизи устья реки Чудо-Красотка, на внутренней стороне опоры моста через реку Цусхвандж, обнаружена *Kindbergia praelonga* (третья находка для Краснодарского края). На территории муниципальных образований, вблизи границ СНП, в условиях умеренного антропогенного воздействия найдены краснокнижные виды: *Cololejeunea rossettiana* и *Habrodon perpusillus*. Последний вид — это эпифит, который постоянно в качестве примеси к *Frullania dilatata* (L.) Dumort. встречается во вторичном грабово-дубовом лесу на северном склоне приморских скал. На выходах известняка, на угнетенных побегах *Schistidium* sp. и *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Gangulee, обильно произрастает *Cololejeunea rossettia*.

В последнем издании Красной книги из списка охраняемых видов Краснодарского края был исключен вид *Kindbergia praelonga* на том основании, что «мониторинговые исследования показали, что вид не произрастает на территории Краснодарского края», и поэтому «отсутствует необходимость в принятии специальных мер по сохранению популяций данного вида в связи с отсутствием достоверных подтверждений произрастания вида на территории Краснодарского края» [Красная..., 2017]. Между тем вид *Kindbergia praelonga* был найден в Мацестинском лесничестве и в парке «Южные культуры» произрастающим в канаве в июне 1977 г. [Софронова и др., 2018]. Интересно отметить присутствие *Seligeria calcarea* на одном и том же месте даже после того, как была срезана часть стены (сложенной слоистым мергелем коренного берега реки Цусхвандж), чтобы расширить проезжую часть.

В микрорайоне Волконка (участок № 6), расположенном южнее РО «Волконский дольмен», собраны редко встречающиеся виды, такие как *Drepanium recurvatum* (вторая находка для Западного Кавказа), *Fissidens exilis*, *F. gracilifolius*, *F. rivularis*, *Lewinskya rupestris*, *Ulota crispula* (впервые для Западного Кавказа) и *Weissia condensa* (вторая находка для Краснодарского края), а также охраняемый печеночник *Cephaloziella turneri*.

Следует с осторожностью судить о появлении и исчезновении вида мохообразных на конкретной территории; в действительности нередко имеет место лишь сокращение обилия того или иного вида. В частности, для ривальной флоры можно отметить, что, несмотря на ежегодное изменение формы русла и берегов рек или ручьев на черноморском побережье Лазаревского района, регулярный снос вегетативных частей печеночников и мхов из верховьев рек способствует быстрому восстановлению их видового состава после таких катастрофических явлений, как сели, обвалы, а также вытаптывание.

Все виды, приведенные в табл. 2 (за исключением *Myuroclada longiramea* и *Sciuro-hypnum oedipodium*, которые имеют статус DD, т. е. по ним недостаточно данных), имеют статус уязвимых в Европе [Hodgetts et al., 2019]. Большинство видов имеют низкий статус уязвимости в списке краснокнижных мхов, печеночников и антоцеротов в Европе — LC (виды, вызывающие наименьшее беспокойство), но три вида, а именно: *Liochlaena subulata* и *Fissidens rivularis* — NT (виды, находящиеся почти под угрозой), а *Mnium heterophyllum* — RE (регионально исчезнувший вид), поэтому находки этих видов, а также информация об их локальном распространении важны для разработки вопроса их охраны в Европе.

Заключение

Выявлено двенадцать новых для СНП видов мхов, из которых *Cyrtomnium humenophylloides*, *Didymodon murrayae* и *Oxyrrhynchium speciosum* впервые указываются для Кавказа, а *Didymodon murrayae* — впервые для Европы. Отмечено семь охраняемых видов [Красная..., 2017] — *Cololejeunea rossettiana*, *Jubula hutchinsiae* subsp. *caucasica*, *Mesoptychia turbinata*, *Leucobryum juniperoideum*, *Mnium heterophyllum*, *Pogonatum neesii*, *Rhynchostegium confertum*. Вблизи границы СНП, в микрорайонах Солоники и Волконка, произрастает новый для Кавказа вид *Myuroclada longiramea*, а также обнаружены охраняемые виды *Cephaloziella turneri*, *Cololejeunea rossettiana*, *Habrodon perpusillus*.

Появление на данной территории новых видов объясняется как тщательностью сборов на площадках, ограниченных размером 1 × 1 м, так и опубликованием монографических обработок родов *Didymodon* [Отнуклова, 2002], *Sciuro-hypnum*, *Rhynchostegiella* [Игнатов, 2020] и *Ulota* [Сарагós et al., 2016].

Необходимо подчеркнуть, что умеренная антропогенная нагрузка, которой подвергаются печеночники и мхи на территории РО (где русла рек очищают от завалов упавших деревьев, убирают валежник, устраивают лестницы и настилы), с одной стороны, приводит к угнетению (сокращению обилия) некоторых видов, с другой стороны, на осветленных участках темных колхидских лесов (в результате умеренной хозяйственной деятельности населения) способствует появлению новых видов печеночников и мхов и разрастанию ранее угнетенных видов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Акатова Т. В., Игнатова Е. А. *Pogonatum neesii* (Polytrichaceae, Musci) на Российском Кавказе // *Arctoa*. 2000. Т. 9. С. 127–128.
- Акатова Т. В. К флоре листостебельных мхов Сочинского национального парка // Научн. труды СНП. М., 2006. Вып. 2. С. 27–40.
- Акатова Т. В. Новые находки мхов в Республике Адыгея. 1 // *Arctoa*. 2008. Т. 17. С. 206–208.
- Акатова Т. В. Новые находки мхов в Краснодарском крае. 6 // *Arctoa*. 2010. Т. 19. С. 269–270.
- Акатова Т. В. Эпифитные мхи горных лесов Сочинского Причерноморья (Россия) // *Черноморск. бот. ж.* 2012. Т. 8, № 2. С. 123–133.
- Акатова Т. В., Игнатов М. С., Игнатова Е. А., Константинова Н. А. Видовое разнообразие мохообразных и проблемы его сохранения на Западном Кавказе // *Бриология: традиции и современность / Сб. статей по матер. междунар. конф., посвященной 110-летию со рождения З. Н. Смирновой и К. И. Ладыженской*. СПб., 2010. С. 21–24.
- Акатова Т. В. Итоги изучения флоры листостебельных мхов Кавказского заповедника и сопредельных территорий // *Тр. Кавказского Государственного природного биосферного заповедника*. 2014. Вып. 21. С. 67–108.
- Дорошина Г. Я. Новые находки мхов в Ставропольском крае. 1 // *Arctoa*. 2008. Т. 17. С. 208–211.
- Дорошина Г. Я. Мхи (Bryophyta) Абхазии // *Новости сист. низш. раст.* 2015. Т. 49. С. 295–313.
- Дорошина Г. Я., Шильников Д. С. Новые находки мхов в Краснодарском крае. 6 // *Arctoa*. 2009. Т. 18. С. 262–263.

Игнатов М. С. (отв. ред.) Флора мхов России. М., 2020. Т. 5. 600 с.

Игнатов М. С., Игнатова Е. А., Акатова Т. В., Константинова Н. А. Мохообразные Хостинской тисо-самшитовой рощи (Западный Кавказ, Россия) // *Arctoa*. 2002. Т. 11. С. 205–214.

Игнатова Е. А., Игнатов М. С., Серегин А. П., Акатова Т. В., Константинова Н. А. Бриофлора планируемого Утришского заповедника (Северо-Западный Кавказ, Россия) // *Arctoa*. 2005. Т. 14. С. 39–48.

Константинова Н. А., Савченко А. Н. Печеночники окрестностей поселка Лазаревское (Западный Кавказ, Россия) // *Черноморск. бот. ж.* 2012. Т. 8, № 1. С. 56–66.

Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы. Краснодар, 2017. 229 с.

Софронова Е. В. (ред.), Андреева Е. Н., Бакалин В. А., Бельдиман Л. Н., Беляков Е. А., Благовещенский И. В., Бойчук М. А., Боровичев Е. А., Дорошина Г. Я., Дулин М. В., Федосов В. Э., Гарин Э. В., Гинзбург Э. Г., Головина Е. О., Гришуткин О. Г., Игнатов М. С., Игнатова Е. А., Константинова Н. А., Копейна Е. И., Кожин М. Н., Макарова М. А., Максимов А. И., Максимова Т. А., Мамонтов Ю. С., Николаев И. А., Писаренко О. Ю., Попова Н. Н., Шестакова А. А., Телеганова В. В., Тихонов А. В. Новые бриологические находки. 8 // *Arctoa*. 2017. Т. 26. С. 105–125.

Софронова Е. В., Андреева Е. Н., Антипин В. К., Белкина О. А., Боровичев Е. А., Бойчук М. А., Данилевский Ю. В., Дорошина Г. Я., Ефремов А. Н., Федосов В. Э., Галанина О. В., Игнатов М. С., Игнатова Е. А., Капитонова О. А., Конечная Г. Ю., Константинова Н. А., Коткова В. М., Кожин М. Н., Кукуричкин Г. М., Кузьмина Е. Ю., Ламковски П., Лапина Е. Д., Нешатаева В. Ю., Печенюк Е. В., Филиппов Д. А., Писаренко О. Ю., Попова Н. Н., Потемкин А. Д., Савченко А. Н., Сергеева Ю. М., Смагин В. А., Стародубцева Е. А., Сулова Е. Г., Свириденко Б. Ф., Тубанова Д. Я., Тюрин В. Н., Воронкова Т. В. Новые бриологические находки. 11 // *Arctoa*. 2018. Т. 27. С. 208–225.

Щуров В., Скворцов М., Радченко К., Семенов А., Жуков Е., Щурова А. Инвентаризация мест обитания и популяций самшита колхидского как потенциальных участков ЛВПЦ на южном макросклоне Северо-Западного Кавказа в условиях продолжающейся инвазии самшитовой огневки // *Устойчивое лесопользование*. 2017. Т. 52, № 4. С. 13–36.

Caparrós R., Lara F., Draper I., Mazimpaka V., Garilleti R. Integrative taxonomy sheds light on an old problem: the *Ulota crispa* complex // *Botanical Journal*. 2016. Vol. 180. P. 427–451

Hodgetts N., Cáliz M., Englefield E., Fettes N., García Criado M., Patin L., Nieto A., Bergamini A., Bisang I., Baisheva E., Campisi P., Cogoni A., Hallingbäck T., Konstantinova N., Lockhart N., Sabovljevic M., Schnyder N., Schröck C., Sérgio C., Sim Sim M., Vrba J., Ferreira C.C., Afonina O., Blockeel T., Blom H., Caspari S., Gabriel R., Garcia C., Garilleti R., González Mancebo J., Goldberg I., Hedenäs L., Holyoak D., Hugonnot V., Huttunen S., Ignatov M., Ignatova E., Infante M., Juutinen R., Kiebacher T., Köckinger H., Kučera J., Lönnell N., Lüth M., Martins A., Maslovsky O., Papp B., Porley R., Rothero G., Söderström L., Ștefănuț S., Syrjänen K., Untereiner A., Váňa J. I., Vanderpoorten A., Vellak K., Aleffi M., Bates J., Bell N., Brugués M., Cronberg N., Denyer J., Duckett J., During H. J., Enroth J., Fedosov V., Flatberg K.-I., Ganeva A., Gorski P., Gunnarsson U., Hassel K., Hespanhol H., Hill M.,

Hodd R., Hylander K., Ingerpuu N., Laaka-Lindberg S., Lara F., Mazimpaka V., Mežaka A., Müller F., Orgaz J. D., Patiño J., Pilkington S., Puche F., Ros R. M., Rumsey F., Segarra-Moragues J. G., Seneca A., Stebel A., Virtanen R., Weibull H., Wilbraham J. and Żarnowiec J. A miniature world in decline: European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts. Brussels, 2019. 87 p.

Hodgetts N. G., Söderström L., Blockeel T. L., Caspari S., Ignatov M. S., Konstantinova N. A., Lockhart N., Papp B., Schröck C., Sim-Sim M., Bell D., Bell N. E., Blom H. H., Bruggeman-Nannenga M. A., Brugués M., Enroth J., Flatberg K. I., Garilleti R., Hedenäs L., Holyoak D. T., Hugonnot V., Kariyawasam I., Köckinger H., Kučera J., Lara F., Porley R. D. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus // *Journal of Bryology*. 2020. Vol. 42 (1). C. 1–116.

Kučera J., Ignatov M. S. Revision of phylogenetic relationships of *Didymodon* sect. *Rufiduli* (*Pottiaceae*, *Musci*) // *Arctoa*. 2015. Vol. 24. P. 79–97.

Otnyukova T. N. A study of the *Didymodon* species (*Pottiaceae*, *Musci*) in Russia. I. Species with caducous leaf apices // *Arctoa*. 2002. Vol. 11. P. 337–349.

References

Akatova T. V. Epifitnyye mkhi gornyykh lesov Sochinskogo Prichernomor'ya (Rossiya) // *Chornomor'sk. bot. zh.* 2012. Vol. 8, No 2. P. 123–133.

Akatova T. V. Itogi izucheniya flory listostebel'nykh mkhov Kavkazskogo zapovednika i sopredel'nykh territoriy // *Tr. Kavkazskogo Gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika*. 2014. Iss. 21. P. 67–108.

Akatova T. V. K flore listostebel'nykh mkhov Sochinskogo natsional'nogo parka // *Nauchn. trudy SNP. M.*, 2006. Iss. 2. P. 27–40.

Akatova T. V. New moss records from Krasnodar Territory. 6 // *Arctoa*. 2010. Vol. 19. P. 269–270.

Akatova T. V. New moss records from Republic of Adygeya. 1 // *Arctoa*. 2008. Vol. 17. P. 206–208.

Akatova T. V., Ignatov M. S., Ignatova E. A., Konstantinova N. A. Vidovoye raznoobrazie mokhoobraznykh i problemy yego sokhraneniya na Zapadnom Kavkaze // *Briologiya: traditsii i sovremennost' / Sb. statey po mater. mezhd. konf., posvyashchenoy 110-letiyu so rozhdeniya Z. N. Smirnovoy i K. I. Ladyzhenskoy*. SPb., 2010. P. 21–24.

Akatova T. V., Ignatova E. A. *Pogonatum neesii* (*Polytrichaceae*, *Musci*) in the Russian Caucasus // *Arctoa*. 2000. Vol. 9. P. 127–128.

Caparrós R., Lara F., Draper I., Mazimpaka V., Garilleti R. Integrative taxonomy sheds light on an old problem: the *Ulota crispa* complex // *Botanical Journal*. 2016. Vol. 180. P. 427–451

Doroshina G. Ya. New moss records from Stavropol Territory. 1 // *Arctoa*. 2008. Vol. 17. P. 208–211.

Doroshina G. Ya. The mosses (Bryophyta) of Abkhazia // *Novosti sistematiki nizshikh rastenii* 2015. Vol. 49. P. 295–313.

Doroshina G. Ya., Schilnikov D. S. New moss records from Krasnodar Territory. 6. // *Arctoa*. 2009. Vol. 18. P. 262–263.

Hodgetts N. G., Söderström L., Blockeel T. L., Caspari S., Ignatov M. S., Konstantinova N. A., Lockhart N., Papp B., Schröck C., Sim-Sim M., Bell D., Bell N. E., Blom H. H., Bruggeman-Nannenga M. A., Brugués M., Enroth J., Flatberg K. I., Garilleti R., Hedenäs L., Holyoak D. T., Hugonnot V., Kariyawasam I., Köckinger H.,

Kučera J., Lara F., Porley R. D. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus // *Journal of Bryology*. 2020. Vol. 42 (1). C. 1–116.

Hodgetts N., Cáliz M., Englefield E., Fettes N., García Criado M., Patin L., Nieto A., Bergamini A., Bisang I., Baisheva E., Campisi P., Cogoni A., Hallingbäck T., Konstantinova N., Lockhart N., Sabovljevic M., Schnyder N., Schröck C., Sérgio C., Sim Sim M., Vrba J., Ferreira C.C., Afonina O., Blockeel T., Blom H., Caspari S., Gabriel R., Garcia C., Garilleti R., González Mancebo J., Goldberg I., Hedenäs L., Holyoak D., Hugonnot V., Huttunen S., Ignatov M., Ignatova E., Infante M., Juutinen R., Kiebacher T., Köckinger H., Kučera J., Lönnell N., Lüth M., Martins A., Maslovsky O., Papp B., Porley R., Rothero G., Söderström L., Ștefănuț S., Syrjänen K., Untereiner A., Váňa J. I., Vanderpoorten A., Vellak K., Aleffi M., Bates J., Bell N., Brugués M., Cronberg N., Denyer J., Duckett J., During H. J., Enroth J., Fedosov V., Flatberg K.-I., Ganeva A., Gorski P., Gunnarsson U., Hassel K., Hespanhol H., Hill M., Hodd R., Hylander K., Ingerpuu N., Laaka-Lindberg S., Lara F., Mazimpaka V., Mežaka A., Müller F., Orgaz J. D., Patiño J., Pilkington S., Puche F., Ros R. M., Rumsey F., Segarra-Moragues J. G., Seneca A., Stebel A., Virtanen R., Weibull H., Wilbraham J. and Żarnowiec J. A miniature world in decline: European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts. Brussels, 2019. 87 p.

Ignatov M. S., Ignatova E. A., Akatova T. V., Konstantinova N. A. Bryophytes of the Khosta' taxus and buxus forest (Western Caucasus, Russia) // *Arctoa*. 2002. Vol. 11. P. 205–214.

Ignatova E. A., Ignatov M. S., Seregin A. P., Akatova T. V., Konstantinova N. A. Bryophyte flora of the projected Utrish Nature Reserve (North-West Caucasus, Russia) // *Arctoa*. 2005. Vol. 14. P. 39–48.

Konstantinova N. A., Savchenko A. N. Pechenochniki okrestnostey poselka Lazarevskoye (Zapadnyy Kavkaz, Rossiya) // *Chornomor'sk. bot. zh.* 2012. Vol. 8, No 1. P. 56–66.

Kučera J., Ignatov M. S. Revision of phylogenetic relationships of *Didymodon* sect. *Rufiduli* (*Pottiaceae*, *Musci*) // *Arctoa*. 2015. Vol. 24. P. 79–97.

Moss flora of Russia / Ed. Ignatov M. S. M., 2020. Vol. 5. 600 p.

Otnyukova T. N. A study of the *Didymodon* species (*Pottiaceae*, *Musci*) in Russia. I. Species with caducous leaf apices // *Arctoa*. 2002. Vol. 11. P. 337–349.

Red Data Book of the Krasnodar Territory. Plants and fungi. Krasnodar, 2017. 229 p.

Shchurov V., Skvortsov M., Radchenko K., Semenov A., Zhukov Ye., Shchurova A. Inventarizatsiya mest obitaniya i populyatsiy samshita kolkhidskogo kak potentsial'nykh uchastkov LVPTS na yuzhnom makrosklone Severo-Zapadnogo Kavkaza v usloviyakh prodolzhayushcheysya invazii samshitovoy ognevkii // *Ustoychivoye lesopol'zovaniye*. 2017. Vol. 52, No 4. P. 13–36.

Sofronova E. V. (ed.), Andreeva E. N., Antipin V. K., Belkina O. A., Borovichev E. A., Boychuk M. A., Danilevsky Yu. V., Doroshina G. Ya., Efremov A. N., Fedosov V. E., Galanina O. V., Ignatov M. S., Ignatova E. A., Kapitonova O. A., Konechnaya G. Yu., Konstantinova N. A., Kotkova V. M., Kozhin M. N., Kukurichkin G. M., Kuzmina E. Yu., Lamkowski P., Lapshina E. D., Neshataeva V. Yu., Pechenyuk E. V., Philippov D. A., Pisarenko O. Yu., Popova N. N., Potemkin A. D., Savchenko A. N., Sergeeva Yu. M., Smagin V. A., Starodubtseva E. A., Suslova E. G., Sviridenko B. F., Tubanova D. Ya., Tyurin V. N. & Voronkova T. V. New bryophyte records. 11 // *Arctoa*. 2018. Vol. 27. P. 208–225.

Sofronova E. V. (ed.), Andrejeva E. N., Bakalin V. A., Beldiman L. N., Belyakov E. A., Blagovetshenskiy I. V., Borovichev E. A., Boychuk M. A., Doroshina G. Ya., Dulin M. V., Fedosov V. E., Garin E. V., Ginzburg E. G., Golovina E. O., Grishutkin O. G., Ignatov M. S., Ignatova E. A., Konstantinova N. A., Kopeina E. I., Kozhin M. N., Makarova M. A., Maksimov A. I., Maksimova T. A., Mamontov Yu. S., Nikolajev I. A., Pisarenko O. Yu., Popova N. N., Schestakova A. A., Teleganova V. V., Tikhonov A. V. New bryophyte records. 8 // *Arctoa*. 2017. Vol. 26. P. 105–125.

Статья поступила в редакцию 03.06.2021; одобрена после рецензирования 11.10.2021; принята к публикации 25.11.2021.

The article was submitted 03.06.2021; approved after reviewing 11.10.2021; accepted for publication 25.11.2021.

Научная статья
УДК 582.34(470.21)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.011

РОД *SCHISTIDIUM* В ГЕРБАРИЯХ КРАВГ И INEP (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Татьяна Петровна Другова

Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия; darktanya@mail.ru

Аннотация

Впервые в рамках современной концепции проведена ревизия образцов рода *Schistidium*, собранных на территории Мурманской области и хранящихся в гербариях КРАВГ и INEP. Род *Schistidium* в регионе является одним из наиболее крупных и представлен 29 видами и 3 разновидностями (3 вида только по литературным данным), из которых 13 являются редкими на территории области, *Schistidium crenatum* Н. Н. Blom занесен в Красную книгу Мурманской области (2014) как нуждающийся в особом внимании к его состоянию. Приведены сведения о распространении и экологических особенностях 26 мхов и 3 разновидностей этого рода, которые были выявлены в коллекциях КРАВГ и INEP.

Ключевые слова:

листочковые мхи, *Schistidium*, география, экология, Мурманская область

Благодарности:

работа выполнена в рамках темы Полярно-альпийского ботанического сада-института Кольского научного центра Российской академии наук № 0229-2019-0004. При проведении работ использовано оборудование уникальной научной установки — гербария Полярно-альпийского ботанического сада-института (КРАВГ; Кировск, Россия) № 499397.

Original article

GENUS *SCHISTIDIUM* IN KPABG AND INEP HERBARIA (MURMANSK REGION)

Tatyana P. Drugova

Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; darktanya@mail.ru

Abstract

The genus *Schistidium* is revised in view of modern concept for the first time. Species from KPABG and INEP herbaria collected in Murmansk Province were revised. *Schistidium* genus is one of largest genera in the region and contains 29 species and 3 varieties (points of occurrence for 3 species based on literature data only), from which 13 — are rare for Murmansk Province, *Schistidium crenatum* Н. Н. Blom — species from Red Data Book of the Murmansk Region (2014). Paper contains data on distribution and ecology for 26 species and 3 varieties from KPABG and INEP collections.

Keywords:

mosses, *Schistidium*, geography, ecology, Murmansk Region

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts of Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute (1021071612832-8-1.6.11). The research was done using large-scale research facilities at the herbarium at the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute (KPABG; Kirovsk, Russia) reg. No. 499397.

Введение

Род *Schistidium* является одним из наиболее сложных в таксономическом отношении, число видов в нем трактуется очень различно. Многие виды этого рода имеют мелкие размеры и частичное перекрещивание морфологических признаков. Сложности таксономии также заключаются в невозможности различить вегетирующие виды без наличия спорофитов. В последнее время благодаря молекулярным исследованиям существенно изменилась концепция рода, которой мы придерживаемся в настоящей работе. Поскольку во многих районах мира ревизия рода с таких позиций не предпринималась, число видов в мире может быть оценено приблизительно между 100 и 200 [Игнатова, Блом, 2017]. Ревизия рода в России, в том числе с использованием молекулярных методов [Горюнов, 2011], подтвердила узкую концепцию [Горюнов, 2011; Ignatova et al., 2010]. Со времени выхода работ Блома по Скандинавии [Blom, 1996, 1998] значительно увеличился объем этого рода: с 6 [Nyholm, 1956] до 42 видов для этой территории. Существенно изменился объем вида *Schistidium apocarpum*, ранее понимавшийся очень широко, группа *Schistidium apocarpum* была разделена на три подгруппы [Blom, 1996]. В настоящее время на территории России предварительно известно 54 вида [Игнатова, Блом, 2017]. Узкая видовая концепция *Schistidium* наиболее адекватно отражает филогению исследуемой группы и разделяет род на видовые группировки как по морфологическим, так и по молекулярным данным [Горюнов, 2011].

На территории Мурманской области род *Schistidium* изучался в процессе исследования флоры мхов в отдельных районах. Первые подробные данные появились в результате изучения флоры мхов Хибинских гор Р. Н. Шляковым [1961]. В работе указывается пять видов. В позднее вышедшем Конспекте флоры мохообразных Мурманской области [Шляков, Константинова, 1982] приводится уже семь видов этого рода. В 2003 г. автором было начато изучение бриофлор городов Мурманской области, в рамках которого сделан ряд интересных находок представителей рода *Schistidium*, в том числе ранее в регионе не встречавшихся, таких как *Schistidium crenatum* Н. Н. Blom, *S. dupretii* (Thér.) W. A. Weber и *S. lancifolium* (Kindb.) Н. Н. Blom [Другова, 2005, 2007]. Практически одновременно с обнаружением антропогенных находок вышла обобщающая работа по представителям этого рода в Мурманской области и Карелии [Ignatova et al., 2006]. Е. А. Игнатовой проводилась целенаправленная работа по ревизии части имевшихся к тому моменту в гербарии КРАВГ образцов *Schistidium*, итоги этой ревизии отражены в вышеупомянутой работе, где приводится двадцать видов и две разновидности для региона, согласно новой концепции рода по Блону. В 2009 г. в результате филогенетического анализа ITS1-2-последовательностей, полученных из образцов *Schistidium* из Евразии и Северной Америки, было выявлено еще несколько новых таксонов и комбинаций в этом роде, в том числе и один новый для Мурманской области вид — *Schistidium sibiricum* Ignatova & Н. Н. Blom (гербарий MW, Ковда) [Ignatova et al., 2010]. Еще два таксона из новых комбинаций впоследствии также были отмечены на территории Мурманской области (*Schistidium abrupticostatum* (Bryhn) Ignatova & Н. Н. Blom, и *S. tenuinerve* Ignatova & Н. Н. Blom). *S. abrupticostatum* был возведен в ранг вида из разновидности *S. platyphyllum* subsp. *abrupticostatum* [Горюнов, 2011]. Дальнейшие исследования морских побережий и островов Мурманской области принесли дополнительные новые

для региона находки видов *Schistidium*. На острове Шомбачий в Порьей губе Кандалакшского залива выявлен *Schistidium crassipilum* Н. Н. Blom [Кожин, Игнатова, 2012], в Порьей губе и на побережье Лумбовского залива обнаружен *S. scandicum* Н. Н. Blom [Кожин, Игнатова, 2012; Белкина, Лихачев, 2016]. В Лумбовском заливе был найден *S. abrupticostatum* [Белкина, Лихачев, 2016]. В 2017 г. проведена ревизия рода *Schistidium* в России, для Мурманской области приводится 23 вида [Игнатова, Блом, 2017]. В 2019 г. опубликованы еще две новые для области находки *Schistidium* с южного побережья — *S. pruinosum* (Wilson ex Schimp.) G. Roth на Терском берегу, памятник природы «Водопады реки Чапома» [Sofronova et al., 2019a], и *S. recurvum* Н. Н. Blom на Белом море, архипелаг Олений, остров Еловый Северный [Sofronova et al., 2019b]. Кроме того, выявлены новые точки нахождения редких видов: *S. scandicum* — Терский район, Турий мыс и Порья губа, остров Большой Перуний [Sofronova et al., 2019a]; *S. subjulaceum* Н. Н. Blom — Порья губа, остров Большой Ягодный [Sofronova et al., 2019a]; *S. tenuinerve* Ignatova & Н. Н. Blom — Терский берег, памятник природы «Мыс Корабль» и Порья губа [Ellis et al., 2016; Sofronova et al., 2019]; *S. trichodon* var. *nutans* Н. Н. Blom — Порья губа, остров Большой Ягодный [Sofronova et al., 2019] (вид уже приводился ранее для Мурманской области без указания точного местонахождения в работе по ревизии рода *Schistidium* в России [Игнатова, Блом, 2017]); *S. umbrosum* (J. E. Zetterst.) Н. Н. Blom — мыс Елокоргский Наволок [Sofronova et al., 2019a] (ранее приводился для Ловозерских гор и Порьей губы [Ignatova et al., 2006]). Данная работа нацелена на обобщение разрозненных сведений о роде *Schistidium* в Мурманской области, уточнение географии и экологии видов этого рода на основе гербарных коллекций КРАБГ и INEP.

Материалы и методы

Проведена критическая ревизия всех ранее собранных образцов из рода *Schistidium*, а также некоторых новых сборов, хранящихся в гербариях Полярно-альпийского ботанического сада-института (КРАБГ (М)) и Института проблем промышленной экологии Севера (INEP). Определение видов осуществляли традиционным сравнительным анатомо-морфологическим методом с использованием отечественных и зарубежных руководств. Препараты исследовали на современном микроскопе AxioPlan 2 imaging, также на нем было выполнено фотографирование препаратов. Объем рода трактовался согласно узкой концепции [Игнатова, Блом, 2017]. Вся информация по переопределениям, заметки, данные этикеток и фотографии препаратов для отдельных видов доступны для просмотра в информационной системе L [<https://isling.org/>]. Объем таксонов и номенклатура приведены в соответствии с работами, принимающими узкую трактовку рода [Горюнов, 2011; Игнатова, Блом, 2017; Blom, 1998]. Всего изучено 250 гербарных образцов, содержащих от одного до четырех видов *Schistidium*. Составлен итоговый аннотированный список мхов рода *Schistidium*, выявленных в Мурманской области на основе гербарных коллекций КРАБГ и INEP. Виды приведены в алфавитном порядке, указаны точки нахождения в соответствии с флористическим районированием Мурманской области [Раменская, 1983], коллекторы и гербарные номера.

Результаты

Список видов рода *Schistidium* в Мурманской области по данным гербариев КРАБГ и INEP насчитывает 26 видов и 3 разновидности.

***Schistidium abrupticostatum* (Bryhn) Ignatova & H. H. Blom**

IX, Кандалакшский залив, остров Олений, *Белкина, Лихачев* (КРАВГ 14929).

***Schistidium agassizii* Sull. & Lesq**

III, Лумбовский залив, *Белкина*, (КРАВГ 19970), река Поной, *Белкина* (КРАВГ 120270, 120285, 123019), река Русинга, *Белкина* (КРАВГ 120541); IV, Лавнатундра, *Белкина* (КРАВГ 14914); V, окрестности озера Вырмес, *Белкина* (КРАВГ 9972), V, Сальные Тундры, озеро Чунозеро, *Андреева* (КРАВГ 21644), Чунатундра, *Андреева* (КРАВГ 21660), планируемый заказник «Кайта», озеро Сабер, *Бойчук* (КРАВГ 21413), город Полярные Зори, река Нива, *Другова* (КРАВГ 21428, 21487), поселок Нивский, Нивский канал, река Нива *Другова* (КРАВГ 123408, 123661, 123669, 123727, 123821, 123824, 123855, 123888), город Кандалакша, река Нива, *Другова* (КРАВГ 18579), Колвицкая губа, правый берег реки Колвицы, *Белкина* (КРАВГ 12722); VI, Хибинские горы, гора Айкуайвенчорр, *Белкина* (КРАВГ 122461), Ловозерские горы, ущелье Эльмарайок, *Белкина* (КРАВГ 11073), верховья ручья Ильмайок, *Белкина* (КРАВГ 14918), поселок Коашва, *Другова* (КРАВГ 19350); VIII, Кандалакшский залив, Порья губа, остров Медвежий, *Лихачев* (КРАВГ 53, 68), Порья губа, губа Костариха, *Лихачев* (КРАВГ 282), Порья губа, остров Большой Перуний, *Лихачев* (КРАВГ 404), Порья губа, губа Белозерская, *Лихачев* (КРАВГ 437); Порья губа, река Плотничья, *Лихачев* (КРАВГ 6896), Терский берег, *Кожин* (INER 1080538); IX, Кандалакшский залив, губа Лобаниха, остров Великий, *Лихачев* (КРАВГ 6609), губа Белая, остров Великий, *Лихачев* (КРАВГ 6624), остров Олений, *Белкина, Лихачев* (КРАВГ 14920, 14922, 14923).

***Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch et al. (рис. 1)**



Рис. 1. Верхняя часть листа *Schistidium apocarpum* (КРАВГ 18442)

Рис. 2. Верхняя часть листа *Schistidium crenatum* (КРАВГ 123670)

III, река Поной, *Белкина* (КРАВГ 120243); IV, город Кола, *Другова* (КРАВГ 121470), Лавнатундра, *Белкина* (КРАВГ 6987, 7865; 14954); V, город Апатиты, *Другова* (КРАВГ 18437, 18763, 18764, 18765), город Полярные Зори, река Нива, *Другова* (КРАВГ 21487), поселок Нивский, река Нива, *Другова* (КРАВГ 123824), город Кандалакша, *Другова* (КРАВГ 16609, 16612, 16613, 16617); VI, город Кировск, *Другова* (КРАВГ 18109, 18131, 18432, 18435, 18441, 18442, 18773,

121510), Ловозерские горы, перевал Эльмарайок, озеро Сейдозеро, *Белкина* (КРАВГ 9466, 11191), поселок Коашва, *Другова* (КРАВГ 19323, 19333, 19339, 19350); **VIII**, Терский район, полуостров Турий, *Кожин* (INER 1080546), Кандалакшский залив, архипелаг Вачев, *Кожин* (INER 1080546); **IX**, Кандалакшский залив, губа Белая, остров Великий, *Лихачев* (КРАВГ 6624, 6628).

***Schistidium boreale* Poelt**

V, город Полярные Зори, *Другова* (КРАВГ 21479); **VII**, ущелье Пюхякуру, *Шляков* (КРАВГ 14949, 14948).

***Schistidium crassipilum* Н. Н. Blom**

V, поселок Нивский, Нивский канал, *Другова* (КРАВГ 123617, 123889); **VI**, река Умба, *Другова* (КРАВГ 124218); **IX**, Кандалакшский залив, остров Рязков, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 14863).

***Schistidium crenatum* Н. Н. Blom** (рис. 2)

I, заповедник «Пасвик», гора Каскама, *Бойчук* (КРАВГ 122689); **III**, река Поной, *Белкина* (КРАВГ 124086); **V**, Чунатундра, гора Сейднотчорр, *Белкина* (КРАВГ 19538), город Полярные Зори, река Нива, *Другова* (КРАВГ 21549), поселок Нивский, Нивский канал, река Нива, *Другова* (КРАВГ 123408, 123625, 123670, 123806, 123807, 123821, 123829, 123855, 123863, 123888, 123889); **VIII**, Панские Тундры, гора Каменник, *Белкина* (КРАВГ 20844).

***Schistidium dupretii* (Thér.) W. A. Weber**

I, город Мурманск, *Другова* (КРАВГ 16599); **V**, Сальные Тундры, гора Застейд-2, *Белкина* (КРАВГ 11566), город Кола, *Другова* (КРАВГ 122828), город Апатиты, *Другова* (КРАВГ 18436, 18437, 18763, 18764, 18765, 122526), окрестности города Апатиты, поселок Тик-губа, *Другова* (КРАВГ 123996), город Полярные Зори, *Другова* (КРАВГ 21560), поселок Нивский, *Другова* (КРАВГ 123410, 123411, 123474, 123521, 123542, 123869, 123877); **VI**, город Кировск, *Другова* (КРАВГ 18116, 18135, 18441, 18442, 18443, 18773, 121444, 121511), Кировский район, окрестности профилактория «Тирвас», *Другова* (КРАВГ 18429, 18438, 18440), южные предгорья Хибин, бывший известковый завод, *Белкина* (КРАВГ 121913), поселок Коашва, *Другова* (КРАВГ 123996); **VIII**, Терский район, мыс Турий, *Кожин* (INER 1080543).

***Schistidium flaccidum* (De Not.) Ochyra**

IX, Кандалакшский залив, архипелаг Кемь-лудский, остров Избяной, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 3299).

***Schistidium flexipile* (Lindb. ex Broth.) G. Roth**

I, поселок Раякоски, *Бойчук* (КРАВГ 122662); **II**, река Дроздовка, *Белкина* (КРАВГ 121142), губа Ивановская, *Белкина* (КРАВГ 124093, 124094, 124095, 124114); **III**, мыс Орловский, поселок Орлов-Терский, *Белкина* (КРАВГ 120524); **V**, Волчья Тундры, гора Волчья Тундра, *Белкина* (КРАВГ 21013), **VIII**, Кандалакшский залив, Порья губа, *Кожин* (INER 1080371); **IX**, Кандалакшский залив, архипелаг Кемь-Лудский, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 3212).

***Schistidium frigidum* (De Not.) Ochyra**

I, полуостров Рыбачий, *Белкина* (КРАВГ 18529); **II**, река Дроздовка, *Белкина* (КРАВГ 121139, 124113), река Ивановка, *Белкина* (КРАВГ 121233, 121344), река Териберка, *Белкина* (КРАВГ 12804); **III**, река Поной, *Белкина* (КРАВГ 120276, 120279, 120284, 120657), окрестности села Поной, ручей Мельничный, *Шляков* (КРАВГ 14924), река Русинга, *Белкина* (КРАВГ 120389), мыс Орловский, *Белкина* (КРАВГ 123549); **IV**, Лавнатундра, *Белкина* (КРАВГ 5849); **V**,

Чунатундра, гора Сейднотчорр, *Белкина* (КРАВГ 19457), Мончетундра, гора Вайкисъяврлаг, *Белкина* (КРАВГ 122714); VI, Хибинские горы, гора Ловчорр, *Белкина* (КРАВГ 122487); IX, Кандалакшский залив, архипелаг Кемь-Лудский, *Белкина, Лихачев* (КРАВГ 3066).

***Schistidium lancifolium* (Kindb.) H. N. Blom** (рис. 3)

III, река Поной, *Белкина* (КРАВГ 124087); IV, планируемый заказник «Кайта», озеро Сабер, *Бойчук* (КРАВГ 21413), город Кола, *Другова* (КРАВГ 120943); V, город Апатиты, *Другова* (КРАВГ 121506), поселок Нивский, Нивский канал, *Другова* (КРАВГ 123411, 123521, 123863, 123869, 123877); VI, город Кировск, *Другова* (КРАВГ 18117, 18121); VIII, Кандалакшский залив, Порья губа, *Лихачев* (КРАВГ 283).

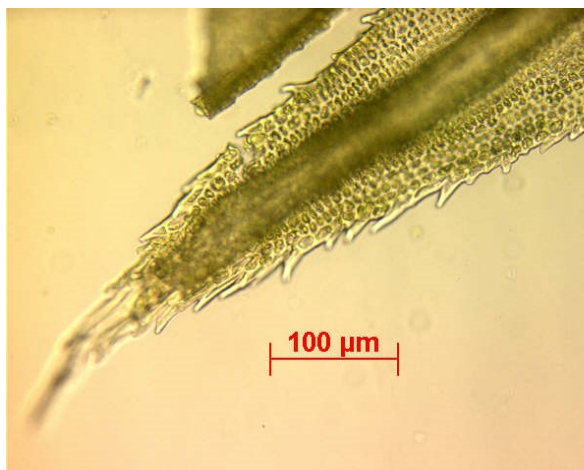


Рис. 3. Верхняя часть листа *Schistidium lancifolium* (КРАВГ 120943)



Рис. 4. Верхняя часть листа *Schistidium pruinatum* (INER 1080537)

***Schistidium maritimum* spp. *maritimum* (Sm. ex R. Scott) Bruch et al.**

I, полуостров Рыбачий, *Белкина* (КРАВГ 18233); II, залив Подпахтинский, *Белкина* (КРАВГ 10486), поселок Дальние Зеленцы, *Белкина* (КРАВГ 10346), острова Вороньи Лудки, *Белкина* (КРАВГ 10608), острова Гавриловские, *Белкина* (КРАВГ 10613), река Териберка, *Белкина* (КРАВГ 12878), река Дроздовка, *Белкина* (КРАВГ 121121, 123553), губа Ивановская (КРАВГ 121300); мыс Орловский, *Белкина* (КРАВГ 123016); III, Лумбовский залив, *Белкина* (КРАВГ 21297, 22066), река Качковка, *Белкина* (КРАВГ 120711), река Поной, *Белкина* (КРАВГ 123021), река Русинга, *Белкина* (КРАВГ 123015), мыс Орловский, *Белкина* (КРАВГ 123016); VIII, мыс Корабль, *Белкина* (КРАВГ 18099), Терский район, Терский берег, *Кожин* (INER 1080476, 1080477).

***Schistidium maritimum* spp. *piliferum* (I. Hagen) V. Bremer**

II, залив Подпахтинский, *Белкина* (КРАВГ 10500), река Дроздовка, *Белкина* (КРАВГ 121174), поселок Дальние Зеленцы, *Белкина* (КРАВГ 10455); III, река Русинга, *Белкина* (КРАВГ 120692); IX, Кандалакшский залив, архипелаг Кемь-Лудский, *Белкина, Лихачев* (КРАВГ 3085, 3091).

***Schistidium papillosum* Culm.**

II, река Териберка, *Белкина* (КРАВГ 12862), губа Ивановская, *Белкина* (КРАВГ 124114); III, река Поной, *Белкина* (КРАВГ 120276, 120279, 120284), река Русинга,

Белкина (КРАВГ 123550, 124083); **IV**, заповедник «Пасвик», гора Калкупя, *Бойчук* (КРАВГ 122542), **V**, Чунатундра, гора Сейднотчорр, *Белкина* (КРАВГ 19538), Волчья Тундры, *Белкина* (КРАВГ 21024, 21040), город Ковдор, *Конорева* (КРАВГ 121484), город Апатиты, *Другова* (КРАВГ 18763), город Полярные Зори, *Другова* (КРАВГ 21452), поселок Нивский, Нивский канал, *Другова* (КРАВГ 123411), город Кандалакша, *Другова* (КРАВГ 18525, 18835); **VI**, Хибинские горы, *Шляков* (КРАВГ 1775, 13873), *Белкина* (КРАВГ 121930, 122480, 122481), город Кировск, *Другова* (КРАВГ 18432, 18435), поселок Коашва, *Другова* (КРАВГ 19333, 19342, 19350); **VII**, ущелье Пюхякуру, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 6877, 13783, 14952, 16481), *Шляков* (КРАВГ 14948, 17589); **VIII**, Кандалакшский залив, Порья губа, *Лихачев* (КРАВГ 338, 362, 371, 387), *Кожин* (INER 1080512); **IX**, Кандалакшский залив, остров Ряжков, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 7872), остров Олений, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 14929, 14953).

***Schistidium platyphyllum* (Mitt.) Perss.**

I, полуостров Рыбачий, *Белкина* (КРАВГ 18231); **II**, река Териберка, *Белкина* (КРАВГ 12859, 12864); **III**, **III**, река Поной, *Белкина* (КРАВГ 123890), Лумбовский залив, *Белкина* (КРАВГ 120213); **IV**, Чильтальд, *Белкина* (КРАВГ 7288); **VI**, город Кировск, *Другова* (КРАВГ 18762, 18769), *Белкина* (КРАВГ 14943), Ловозерские горы, *Белкина* (КРАВГ 10696, 10937); **V**, поселок Нивский, *Другова* (КРАВГ 123661, 123669, 123727, 123821, 123824, 123829, 123877), город Кандалакша, *Другова* (КРАВГ 16609, 18835).

***Schistidium pruinosum* (Wilson ex Schimp.) G. Roth (рис. 4.)**

VIII, Терский район, Терский берег, *Кожин* (INER 1080537).

***Schistidium pulchrum* Н. Н. Blom**

I, заповедник «Пасвик», гора Каскама, *Бойчук* (КРАВГ 124086); **II**, губа Ивановская, *Белкина* (КРАВГ 121274, 121284); **III**, Лумбовский залив, *Белкина* (КРАВГ 22065), река Поной, *Белкина* (КРАВГ 120584, 120609, 123019, 124092), река Русинга, *Белкина* (КРАВГ 123550); **IV**, заповедник «Пасвик», остров Варлама, *Бойчук* (КРАВГ 122661), Чильтальд, ручей Чиль, *Белкина* (КРАВГ 7178); **V**, Сальные Тундры, *Белкина* (КРАВГ 11599, 18095), Чунатундра, гора Сейднотчорр, *Белкина* (КРАВГ 19513, 19516, 19544), Мончетундра, гора Вайкисъяврлаг, *Обабко* (КРАВГ 122843); поселок Нивский, *Другова* (КРАВГ 123403, 123474, 123476, 123804), город Кандалакша, *Другова* (КРАВГ 18835); **VI**, Хибинские горы, *Шляков* (КРАВГ 122487), *Белкина* (КРАВГ 121921, 121930), Ловозерские горы, ущелье Ильмайок, *Белкина* (КРАВГ 14933); **VII**, ущелье Пюхякуру, *Шляков* (КРАВГ 14936); **VIII**, Кандалакшский залив, Порья губа, *Лихачев* (КРАВГ 143, 262, 346, 350, 419), *Кожин* (INER 1080514, 1080515), полуостров Турий, мыс Турий, *Лихачев* (КРАВГ 8029), *Кожин* (INER 1080540, 1080544), *Шляков* (КРАВГ 14937), мыс Корабль, *Белкина* (КРАВГ 8434), Терский район, Елокоровский Наволок, *Кожин* (INER 1080509); **IX**, Кандалакшский залив, архипелаг Кемь-Лудский, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 3064, 3065, 3077, 3083, 3163, 3175, 3201, 3293, 3302), остров Великий, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 6600, 6602), остров Ряжков, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 6764, 14932, 124081), остров Олений, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 7052, 14926, 14927, 14928, 14930, 14931, 14938)

***Schistidium recurvum* Н. Н. Blom**

VIII, Кандалакшский залив, Порья губа, остров Большой Ягодный, *Лихачев* (КРАВГ 151); **IX**, Кандалакшский залив, архипелаг Олений, *Кожин* (INER 1080513).

***Schistidium rivulare* (Brid.) Podp.**

I, полуостров Рыбачий, *Белкина* (КРАВГ 18263, 18265); **II**, поселок Дальние Зеленцы, *Белкина* (КРАВГ 10432), залив Подпахтинский, *Белкина* (КРАВГ 10506, 10509), бассейн реки Вороньей, *Белкина* (КРАВГ 12967), река Дроздовка, *Белкина* (КРАВГ 121593, 121630), губа Ивановская, *Белкина* (КРАВГ 121632), остров Кильдин, *Шляков* (КРАВГ 14940); **III**, поселок Цыпнаволок, *Константинова* (КРАВГ 14939), река Поной, *Белкина* (КРАВГ 120264, 120595, 120270); **IV**, Чунатундра, гора Сейднотчорр, *Белкина* (КРАВГ 21191); **V**, озеро Вырмес, *Белкина* (КРАВГ 9984), Сальные Тундры, *Белкина* (КРАВГ 11770), город Апатиты, *Другова* (КРАВГ 121506), город Полярные Зори, *Другова* (КРАВГ 21428), поселок Нивский, *Другова* (КРАВГ 123668, 123670, 123824, 123848); **VI**, Хибинские горы, *Белкина* (КРАВГ 122461), город Кировск, *Другова* (КРАВГ 18527, 121507), Ловозерские горы, *Белкина*, *Лихачев* (КРАВГ 10951, 11038, 11893, 14944, 14945, 14946).

***Schistidium scandicum* Н. Н. Blom (рис. 5.)**

III, Лумбовский залив, *Белкина* (КРАВГ 120710); **VIII**, Кандалакшский залив, Порья губа, остров Большой Перуний, *Кожин* (INER 1080516), мыс Турий, *Кожин*, *Тихомиров* (INER 1080545).

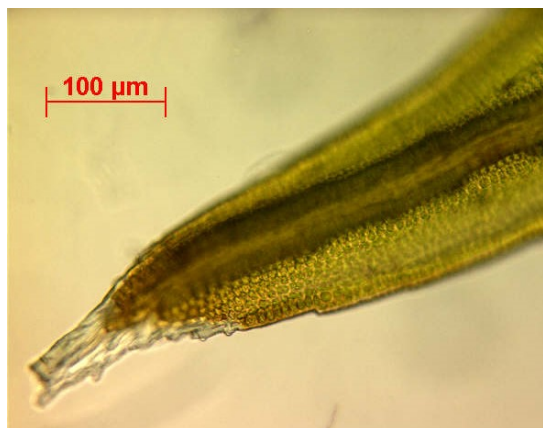


Рис. 5. Верхняя часть листа *Schistidium scandicum* (INER 1080516)

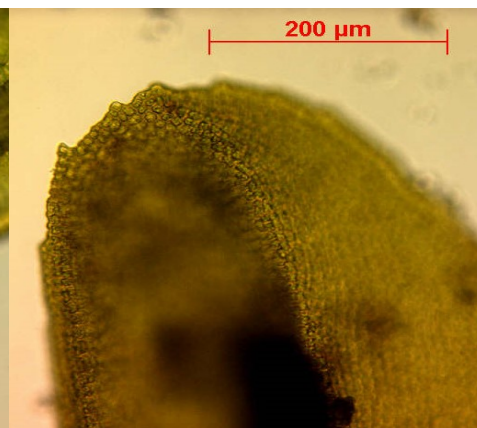


Рис. 6. Верхняя часть листа *Schistidium sordidum* (КРАВГ 1774)

***Schistidium sibiricum* Ignatova & Н. Н. Blom**

III, река Поной, *Белкина* (КРАВГ 120584); **IV**, город Кола, *Другова* (КРАВГ 120931); **V**, поселок Нивский, *Другова* (КРАВГ 123408).

***Schistidium sordidum* I. Hagen (рис. 6)**

I, Печенгский район, река Шуонийоки, *Белкина* (КРАВГ 12672); **II**, бассейн реки Вороньей, *Белкина* (КРАВГ 1774); **VI**, Хибинские горы, гора Вудъяврчорр, *Шляков* (КРАВГ 1774).

***Schistidium subjulaceum* Н. Н. Blom**

VIII, Кандалакшский залив, Порья губа, остров Большой Ягодный, *Кудр* (INER 1080542).

***Schistidium submuticum* Broth. ex Н. Н. Blom (рис. 7)**

V, город Апатиты, *Другова* (КРАВГ 18436), город Полярные Зори, *Другова* (КРАВГ 21452), поселок Нивский, *Другова* (КРАВГ 123476, 123521, 123614,

123617, 123625, 123869), город Кандалакша, *Другова* (КРАВГ 18579, 18608, 18835); VI, город Кировск, *Другова* (КРАВГ 18442, 123805), окрестности профилактория «Тирвас», *Другова* (КРАВГ 18438, 18440).

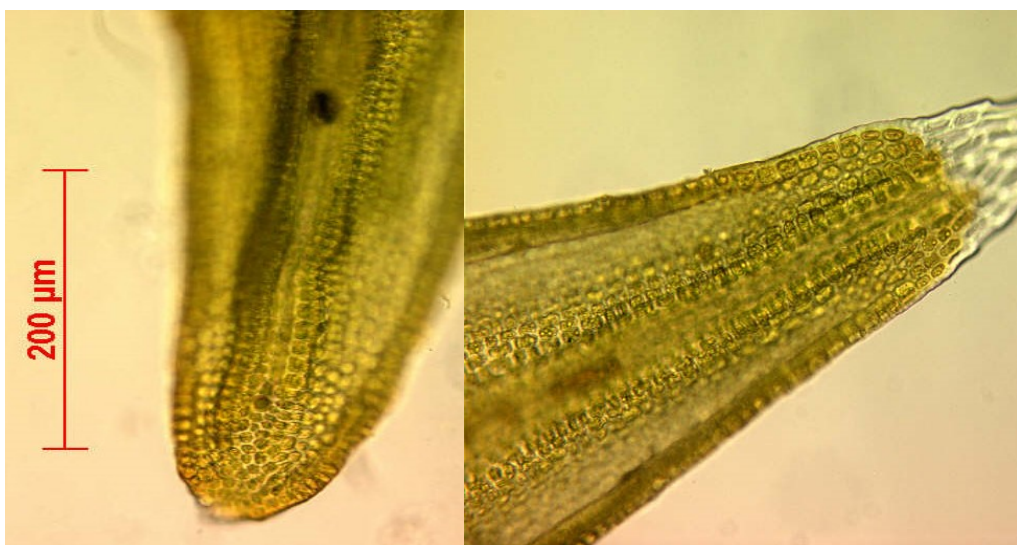


Рис. 7. Верхняя часть листа *Schistidium submuticum* (КРАВГ 18608)

Рис. 8. Верхняя часть листа *Schistidium tenuinerve* (ИНЕР 1080474)

***Schistidium tenuinerve* Ignatova & Н. Н. Blom (рис. 8.)**

VIII, Кандалакшский залив, Порья губа, остров Большой Перуний, *Кожин* (ИНЕР 1080372), Терский район, Терский берег, *Кожин* (ИНЕР 1080474, 1080475).

***Schistidium trichodon* var. *nutans* Н. Н. Blom**

VIII, Кандалакшский залив, Порья губа, остров Большой Ягодный, *Кудр* (ИНЕР 1080541).

***Schistidium umbrosum* (J.E. Zetterst.) Н. Н. Blom**

III, река Поной, *Белкина* (КРАВГ 120660).

Обсуждение

Широко распространенные виды рода Schistidium. По территории Мурманской области широко распространены восемь видов из рода *Schistidium*. Два из них — *S. apocarpum* и *S. dupretii* — проявляют себя как урбанофилы и кальцефилы, находят широкое распространение в антропогенных экосистемах на искусственных каменистых субстратах. Имеются разрозненные точки обнаружения этих мхов в естественных сообществах. *S. apocarpum* широко распространен лишь в Европе, в том числе в европейской части России с основным ареалом на северо-западе, растет чаще всего на кальцийсодержащих породах и бетонных плитах. *S. dupretii* приурочен к горным районам Северного полушария и карбонатным породам, на равнинах встречается на выходах известняков [Игнатова, Блом, 2017].

Три вида — *S. frigidum*, *S. papillosum* и *S. pulchrum* — произрастают в основном в естественных сообществах в различных районах области. Все они являются широко распространенными видами севера Голарктики. При этом

S. frigidum встречается немного реже двух других и не был отмечен в измененных человеком экосистемах. *S. pulchrum* изредка встречается в поселке Нивский и в городе Кандалакше на бетоне. *S. papillosum* довольно часто растет как в естественных, так и в антропогенных экотопах на субстратах различного рода.

Три следующих вида приурочены к околородным местообитаниям и находят там широкое распространение. *S. agassizii* — горный голарктический вид, растет в регионе на постоянно увлажняемых скалах и камнях, в руслах водотоков, по берегам водоемов и по побережьям морей. В сходных местообитаниях встречается и *S. rivulare*. Этот вид широко распространен в холодных и умеренных районах обоих полушарий, в регионе обычен на скальных местообитаниях, в руслах рек и ручьев, по берегам водоемов.

S. maritimum — субокеанический вид с протяжными дизъюнкциями в континентальных частях, обычен по побережьям морей, где растет в трещинах скал и камней, обычно в зоне брызг. Разновидность *S. maritimum* spp. *maritimum* встречается чаще, чем разновидность spp. *piliferum*

Виды рода Schistidium, встречающиеся спорадически. Таких видов пять. *S. crenatum* отмечен в различных удаленных друг от друга точках как внутри материка, так и на побережьях. Растет на открытых местах, скалах и камнях как кислых, так и основных (чаще) пород, предпочитая места с периодическим увлажнением. Это северный вид, встречающийся в центральной и северной частях Скандинавского полуострова, на севере Финляндии, а также в Канаде. В Европейской России отмечен в Карелии, на Северном Урале, севере азиатской части, в окрестностях Байкала, на юге Хабаровского края, Алтае и в Новосибирской области [Игнатова, Блом, 2017]. Занесен в Красную книгу Мурманской области как нуждающийся в особом внимании к его состоянию [Красная..., 2014].

S. flexipile встречается в регионе по побережьям Баренцева и Белого морей и лишь дважды был собран в поселке Раякоски и Волчьих Тундрах. Приурочен к естественным скальным местообитаниям, как облесенным, так и открытым. Лишь одно местонахождение (в поселке Раякоски) было отмечено на бетонной плите. Помимо образцов из коллекций КРАВГ и INEP, имеются сведения о точках нахождения в Кандалакше, Понойской и Мурманской Лапландии по образцам из гербария Н [Ignatova et al., 2006]. Встречается на Кавказе, в Европе и Северной Америке (Канада и Гренландия). В России, помимо Кавказа, известен с Земли Франца Иосифа и из единичных местонахождений в Якутии и на Чукотке [Игнатова, Блом, 2017].

S. lancifolium известен в регионе из различных точек — Порья губа, планируемый заказник «Кайта», река Поной, города Кировск, Апатиты, Кола, поселок Нивский. Может встречаться как на силикатных, так и на карбонатных породах в различных условиях освещения. Более част в антропогенно измененных экотопах на бетоне и асфальте. В целом *S. lancifolium* бореально-неморальный вид Северного полушария, растет на равнине и в лесном поясе гор [Игнатова, Блом, 2017].

S. platyphyllum встречен на полуострове Рыбачий, в окрестностях рек Поной и Териберка, Лумбовского залива, в Ловозерских горах, массиве Чильтальд, однако, как и предыдущий вид, чаще был отмечен в урбанизированных экосистемах. Встречается на скалах и камнях в разнообразных условиях увлажнения. В антропогенных местообитаниях переходит на искусственные

кальцийсодержащие субстраты. Широко распространенный циркумголарктический аркто-альпийский вид. Растет в тундрах и на плоскогорьях, в горах до нижней части альпийского пояса. Предпочитает основные породы, обычен на камнях вдоль ручьев и речек, на сырых полочках и стенках скал у воды [Игнатова, Блом, 2017].

Все находки вида *S. submuticum* относятся к городским территориям в центральной и южной частях Кольского полуострова. В базе данных CRIS указывается еще точка в районе Чунатундры, на южном склоне горы Сейднотчорр (КРАВГ 21186), однако при ревизии образца не удалось достоверно определить вид, так как растение было в единственном экземпляре. *S. submuticum* отмечен на валунах в реке Ниве и гораздо чаще — на искусственных субстратах (бетоне и асфальте). Это циркумголарктический вид, встречающийся в Арктике и Субарктике Северной Америки и изредка южнее в горах. В Европе распространен на юге Скандинавии и в Исландии, чаще в Восточной Европе, более редок в азиатской части России. Растет в районах распространения известняков, на карбонатных породах в различных условиях увлажнения и освещенности [Игнатова, Блом, 2017].

Редкие виды рода Schistidium. Редких, приуроченных к единичным точкам нахождения видов тринадцать. Из них исключительно на побережье и островах Белого моря отмечены девять видов: *Schistidium abrupticostatum*, *S. flaccidum*, *S. pruinosum*, *S. recurvum*, *S. scandicum*, *S. subjulaceum*, *S. tenuinerve*, *S. trichodon* var. *nutans* и *S. umbrosum*. Точки их нахождения приурочены в основном к скальным местообитаниям Кандалакшского залива, некоторые местонахождения расположены на реке Поной, недалеко от устья, и в Лумбовском заливе.

S. abrupticostatum представлен единственным образцом из Кандалакшского залива, остров Олений, где был отмечен на высоких береговых скалах. Ранее этот образец был определен как *S. apocarpum*. Приводившаяся ранее находка *S. abrupticostatum* из Лумбовского залива, река Песчанка [Белкина, Лихачев, 2016], исключена при ревизии, так как образцы были отнесены автором к *S. platyphyllum* (КРАВГ 120213) и к *S. frigidum* (КРАВГ 120276). Вид приурочен к Арктике и Субарктике [Ignatova et al., 2010]. Известен со Шпицбергена, Швеции, Норвегии и Северной Америки, в России — с арктических островов, Таймыра, низовьев рек Лены и Колымы, а также из Якутии. Предпочитает основные породы [Игнатова, Блом, 2017]. Ранее был описан как разновидность широко распространенного *S. apocarpum*, позднее считался подвидом *S. platyphyllum*, к которому наиболее близок, однако молекулярные данные свидетельствуют в пользу его видовой самостоятельности [Ignatova et al., 2010].

S. flaccidum также отмечен лишь в одной точке — в Кандалакшском заливе, на архипелаге Кемь-Лудский, на пологих приморских скалах. Вид имеет неясное распространение, поскольку ранее указывавшиеся находки могут относиться к недавно описанным другим видам этого рода. В целом он известен в горах Центральной и Южной Европы, в Скандинавии — из Центральной Норвегии, в Закавказье, Турции и Афганистане, а также на западе Северной Америки. В России подтверждены находки *S. flaccidum* на Кавказе и Алтае [Игнатова, Блом, 2017].

S. pruinosum отмечен в одной точке на Терском берегу, на гнейсовых скалах у воды [Sofronova, 2019a]. Это европейский вид, заходящий в Малую Азию

и на Кавказ, в России встречается в отдельных местах на Урале и в Азии [Игнатова, Блом, 2017].

S. recurvum представлен в гербариях КРАБГ и INEP образцами с Кандалакшского залива, Порьей губы [Ignatova et al., 2006] и архипелага Олений, остров Еловый Северный [Sofronova, 2019 b], где он был собран на приморских скалах. Это редкий горный вид, встречающийся в Северной Америке, Скандинавии, Казахстане; в России — в единичных точках на Таймыре и Восточном Саяне [Игнатова, Блом, 2017].

S. scandicum отмечен в трех точках с северо-восточного и южного побережий Белого моря — Лумбовский и Кандалакшский заливы, открытые тундровые и облесенные приморские скальные группировки [Кожин, Игнатова, 2012; Белкина, Лихачев, 2016; Sofronova, 2019a]. Вид был описан из Скандинавии и до недавнего времени был известен лишь оттуда, позже был отмечен, помимо Мурманской области, еще и на Урале. Предпочитает сухие освещенные скалы [Игнатова, Блом, 2017].

S. subjulaceum представлен единственным образцом из гербария INEP из Порьей губы Кандалакшского залива, где был собран на сухих скалах со скудной растительностью [Sofronova, 2019a]. В целом это редкий вид с дизъюнктивным ареалом. Встречается в Северной Америке, горах Казахстана и Кыргызстана, в России — в Прибайкалье, Забайкалье и Восточном Саяне, в Карелии на сухих и периодически увлажняемых скальных местообитаниях [Игнатова, Блом, 2017].

S. tenuinerve известен по образцам гербария INEP с Терского берега, памятник природы «Мыс Корабль», и из Порьей губы Кандалакшского залива, где он был собран с открытых скальных группировок различной степени увлажненности [Sofronova, 2019a]. Приводится также для Никольской губы [Ellis et al., 2016]. Спорадически распространен в азиатской части России, был описан с Сахалина, известен также с Камчатки, Командорских и Курильских островов, с Таймыра, Якутии, Магадана, Забайкалья, Алтая и Урала. Растет в альпийском поясе гор и на открытых каменистых плато в Субарктике на сухих скалах и мелкозем, в трещинах пород [Игнатова, Блом, 2017].

S. trichodon var. *nutans* приводится по одному образцу из гербария INEP с южной части региона (Порья губа, остров Большой Ягодный) [Sofronova, 2019a]. Он указывался ранее для Мурманской области в работе по ревизии рода *Schistidium* в России без точного местонахождения [Игнатова, Блом, 2017]. В мире встречается в Северной Америке, Скандинавии и Центральной Европе, единичные точки в Индии и Китае. В России встречается на Кавказе, Северном Урале, в Карелии, на Алтае и Западном Саяне, в Хабаровском крае, на Сахалине и Камчатке, в горах от лесного до альпийского пояса, предпочитает сухие освещенные породы [Игнатова, Блом, 2017].

S. umbrosum в гербарии КРАБГ представлен одним образцом с востока Кольского полуострова, река Поной, скалы напротив села Поной. Вид также приводится для Ловозерских гор [Ignatova et al., 2006] по образцу из гербария CFBS и для Порьей губы Кандалакшского залива по образцу гербария MW [Sofronova, 2019a]. Указание для Елокоргского Наволока (Терский берег) по образцу INEP [Sofronova, 2019a], по мнению автора данной статьи, ошибочно, и образец представляет собой *S. pulchrum* по признакам спорофита. В целом основное распространение *S. umbrosum* приходится на горы Скандинавии, в России же он очень редок, кроме Мурманской области обнаружен на юге

Таймыра, на Северной Земле, в Якутии и на Чукотке, встречается на сырых скалах различного состава [Игнатова, Блом, 2017].

Редкими в регионе являются еще четыре вида, встречающиеся в различных районах области, — *Schistidium boreale*, *S. crassipilum*, *S. sibiricum* и *S. sordidum*.

S. boreale представлен в гербарии КРАВГ из южной и юго-западной частей Мурманской области, из города Полярные Зори и ущелья Пюхякуру. Собран в трех точках с кальцийсодержащих естественных и искусственных субстратов. Част в Скандинавии, более редок в Европе и Северной Америке. В европейской части России известен только из Мурманской области и Карелии. Растет в основном на карбонатных породах, иногда на мелкозем и почве в тундрах [Игнатова, Блом, 2017].

S. crassipilum выявлен в нескольких точках региона — на острове Ряжков Кандалакшского залива, на реке Умбе в Кировском районе и в поселке Нивский на набережной Нивского канала. Ранее вид был указан для острова Шомбачий в Порьей губе Кандалакшского залива [Кожин, Игнатова, 2012]. *S. crassipilum* произрастает на различных субстратах — бетоне, камнях, скалах в условиях разного увлажнения. В Европе это второй по частоте вид, известен также из Северной Америки. Растет в основном на равнинных территориях, поднимаясь в горы не выше 1200 м над уровнем моря, как на открытых местах, так и в затенении. Предпочитает кальцийсодержащие породы и искусственные субстраты [Игнатова, Блом, 2017].

S. sibiricum отмечен в регионе в трех довольно удаленных друг от друга точках — береговые скалы на реке Поной, город Кола и поселок Нивский. В населенных пунктах был собран с искусственных субстратов. Имеется указание на образец из Ковды по гербарию MW [Ignatova et al., 2010]. Основное распространение *S. sibiricum* приурочено к южной части Российского Дальнего Востока и Трансбайкальского региона до Тувы [Ignatova et al., 2010]. Известен также с юго-востока Финляндии [Игнатова, Блом, 2017]. Растет в основном на горных породах возле водоемов, в руслах высохших водотоков, и очень редко — на склонах. Предпочитает влажные местообитания [Ignatova et al., 2010].

Последний редкий в области вид — *S. sordidum* — собран также в трех местообитаниях на севере и в центральной части (реки Шуонийоки, Воронья и Хибины). Во всех случаях он произрастал на влажных скалах вблизи водотоков. Это преимущественно арктический и субарктический вид с малоизученным распространением, встречается на Шпицбергене, в Скандинавии и Австрийских Альпах. В России известен в Ненецком автономном округе, на Новой Земле, Таймыре, островах Северного Ледовитого океана, в Якутии, на Чукотке, в Магаданской области, Забайкалье и Хабаровском крае. Растет на камнях и мелкозем в доль ручьев и речек, у снежников, на полочках сырых скал, предпочитает кислые породы [Игнатова, Блом, 2017].

Помимо вышеперечисленных 26 видов и 3 разновидностей, в работе Е. А. Игнатовой и Х. Х. Блома [Игнатова, Блом, 2017] для Мурманской области приводятся еще три вида: *S. marginale* Н. Н. Blom — Хибинские горы, Юкспор, юго-западный склон [Серегин, 2020], *S. tenerum* (J. E. Zetterst.) Nyholm (без точного указания) и *S. venetum* — юг Кольского полуострова. Образцы этих видов в гербариях КРАВГ и INEP отсутствуют.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Белкина О. А., Лихачев А. Ю. Мхи побережья Лумбовского залива (Кольский полуостров, Россия) // *Arctoa*. 2016. Т. 25. С. 393–407.
- Горюнов Д. В. Филогения рода *Schistidium* (Grimmiaceae, Bryophyta) по молекулярным и морфологическим данным: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2011. 19 с.
- Другова Т. П. Флора листостебельных мхов города Кировска (Мурманская область, север Европейской России) // *Arctoa*. 2005. Т. 14. С. 203–209.
- Другова Т. П. Новые и редкие в Мурманской области виды мхов с территорий городов // *Новости систематики низших растений*. 2007. № 41. С. 305–310.
- Игнатова Е. А., Блом Х. Х. Род Схистидиум // *Флора мхов России Т. 2. Oedipodiales — Grimmiaceae*. М., 2017. С. 438–551.
- Кожин М. Н., Игнатова Е. А. Новые находки мхов в Мурманской области. 4 // *Arctoa*. 2012. Vol. 21. P. 275–300.
- Красная книга Мурманской области / ред. Н. А. Константинова [и др.]. Кемерово: Азия-Принт, 2014. 584 с.
- Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л., 1983. 216 с.
- Серегин А. П. (ред.) Цифровой гербарий МГУ [Электронный ресурс]. М.: МГУ, 2020. URL: <https://plant.depo.msu.ru/> (дата обращения: 30.09.2020).
- Шляков Р. Н. Флора листостебельных мхов Хибинских гор. Мурманск, 1961. 252 с.
- Шляков Р. Н., Константинова Н. А. Конспект флоры мохообразных Мурманской области. Апатиты, 1982. 222 с.
- Blom H. H. A revision of the *Schistidium apocarpum* complex in Norway and Sweden // *Bryophytorum Bibliotheca*. 1996. Vol. 49. P. 1–333.
- Blom H. H. *Genus Schistidium* // Nyholm E. *Illustrated Moss Flora of Nordic Mosses*. Fasc. 4. Aulacomniaceae — Meesiaceae — Catosciaceae — Bartramiaceae — Timmiaceae — Encalyptaceae — Grimmiaceae — Ptychomitriaceae. Lund, 1998. P. 287–330.
- Ellis L. T., Asthana A. K., Srivastava P., Omar I., Rawat K. K., Sahu V., Cano M. J., Costa D. P., Dias E. M., Dias Dos Santos N., Silva J. B., Fedosov V. E., Kozhin M. N., Ignatova E. A., Germano S. R., Golovina E. O., Gremmen N. J. M., Ion R., Stefaunt S., Von Konrat M., Jimenez M. S., Suárez G. M., Kiebacher T., Lebouvier M., Long Maity A. D., Ochyra R., Parnikoza I., Plášek V., Fialová, Skoupá L., Poponessi Z. S., Aleffi M., Sabovljević M. S., Saha P., Aziz M. N., Sawicki J., Suleiman M., Sun B.-Y., Váňa J., Wójcik T., Yoon Y.-J., Żarnowiec J., Larrain J. New national and regional bryophyte records. 46 // *Journal of Bryology*. 2016. Vol. 38 (1). P. 47–63.
- Ignatova E. A., Blom H. H., Goryunov D. V., Milyutina I. A. On the genus *Schistidium* (Grimmiaceae, Musci) in Russia // *Arctoa*. 2010. Vol. 19. P. 195–233.
- Ignatova E. A., Maksimov A. I., Maksimova T. A., Belkina O. A. Notes on Distribution of *Schistidium* species (Grimmiaceae, Bryophyta) in Murmansk Province and Karelia // *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 201–210.
- Nyholm E. *Illustrated Moss Flora of Fennoscandia / Musci (Volume 2)*. Fasc. 2. CWK Gleerup, 1956. 308 p.
- Sofronova E. V. (ed.), Afonina O. M., Antipin V. K., Belkina O. A., Boychuk M. A., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Ya., Dyachenko A. P., Fedosov V. E., Ignatov M. S., Ignatova E. A., Kholod S. S., Kolesnikova M. A., Koltysheva D. E., Komarova A. S., Konstantinova N. A., Koroleva N. E., Koroteeva T. I., Kozhin M. N., Kudr E. V., Kuzmina

E. Yu., Lavrentiev M. V., Mamontov Yu. S., Neshataeva V. Yu., Philippov D. A., Popov S. Yu., Popova N. N., Sergeeva Yu. M., Shevchenko N. E., Smagin V. A., Taran G. S., Teleganova V. V., Teplov K. U., Tikhomirov N. P., Voronkova T. V., Zakharova A. G. New bryophyte records. 13 // *Arctoa*. 2019a. Vol. 28 (2). P. 231–250.

Sofronova E. V. (ed.), Bezgodov A. G., Biryukov R. Yu., Boychuk M. A., Braslavskaya T. Yu., Churakova E. Yu., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Ya., Dyachenko A. P., Ermokhina K. A., Fedosov V. E., Grishutkin O. G., Ignatov M. S., Ignatova E. A., Kholod S. S., Kolesnikova M. A., Konstantinova N. A., Kozhin M. N., Kudr E. V., Kuzmina E. Yu., Lavrskiy A. Yu., Morozova L. M., Moseev D. S., Neshataeva V. Yu., Nozhnikov A. E., Obabko R. P., Philippov D. A., Popova N. N., Sergeeva Yu. M., Telyatnikov M. Yu., Troeva E. I., Tubanova D. Ya., Volosnova L. F., Zakharova A. G., Zhalov Kh. Kh., Zolotov D. V. New bryophyte records 12 // *Arctoa*. 2019b. Vol. 28 (1). P. 116–142.

References

Belkina O. A., Likhachev A. Yu. Mosses of the Lumbovsky bay coast (Kola Peninsula, Russia) // *Arctoa*. 2016. Vol. 25. P. 393–407.

Blom H. H. A revision of the *Schistidium apocarpum* complex in Norway and Sweden // *Bryophytorum Bibliotheca*. 1996. Vol. 49. P. 1–333.

Blom H. H. *Genus Schistidium* // Nyholm E. Illustrated Moss Flora of Nordic Mosses. Fasc. 4. Aulacomniaceae — Meesiaceae — Catosciaceae — Bartramiaceae — Timmiaceae — Encalyptaceae — Grimmiaceae — Ptychomitriaceae. Lund, 1998. P. 287–330.

Drugova T. P. Moss flora of the Kirovsk Town (Murmansk Province, northern European Russia) // *Arctoa*. 2005. Vol. 14. P. 203–209.

Drugova T. P. New and rare mosses in the cities of Murmansk Region // *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*. 2007. № 41. C. 305–310.

Ellis L. T., Asthana A. K., Srivastava P., Omar I., Rawat K. K., Sahu V., Cano M. J., Costa D. P., Dias E. M., Dias Dos Santos N., Silva J. B., Fedosov V. E., Kozhin M. N., Ignatova E. A., Germano S. R., Golovina E. O., Gremmen N. J. M., Ion R., Stefaunt S., Von Konrat M., Jimenez M. S., Suárez G. M., Kiebacher T., Lebouvier M., Long Maity A. D., Ochyra R., Parnikoza I., Plášek V., Fialová, Skoupá L., Poponessi Z. S., Aleffi M., Sabovljević M. S., Saha P., Aziz M. N., Sawicki J., Suleiman M., Sun B.-Y., Váňa J., Wójcik T., Yoon Y.-J., Żarnowiec J., Larrain J. New national and regional bryophyte records. 46 // *Journal of Bryology*. 2016. Vol. 38 (1). P. 47–63.

Goryunov D. V. Filogeniya roda *Schistidium* (Grimmiaceae, Bryophyta) po molekulyarnym i morfologicheskim dannym: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M., 2011. 19 p.

Ignatova E. A., Blom H. H. *Genus Schistidium* // Moss flora of Russia Vol. 2. *Oedipodiales* — *Grimmiales*. M., 2017. P. 438–551.

Ignatova E. A., Blom H. H., Goryunov D. V., Milyutina I. A. On the genus *Schistidium* (Grimmiaceae, Musci) in Russia // *Arctoa*. 2010. Vol. 19. P. 195–233.

Ignatova E. A., Maksimov A. I., Maksimova T. A., Belkina O. A. Notes on Distribution of *Schistidium* species (Grimmiaceae, Bryophyta) in Murmansk Province and Karelia // *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 201–210.

Kozhin M. N., Ignatova E. A. New bryophyte records of Murmansk Province. 4 // *Arctoa*. 2012. Vol. 21. P. 275–300.

Nyholm E. Illustrated Moss Flora of Fennoscandia / Musci (Volume 2). Fasc. 2. CWK Gleerup, 1956. 308 p.

Ramenskaya M. L. Analysis of the flora of Murmansk Region and Karelia. Leningrad: Nauka, 1983. 216 p.

Red Data Book of the Murmansk region. Kemerovo: Asia-Print, 2014. 578 p.

Seregin A. P. (ed.) Digital herbarium of Moscow State University [Electronic resource]. Moscow: Moscow State University, 2020. URL: <https://plant.depo.msu.ru/> (date of access: 30.09.2020).

Shlyakov R. N. Moss flora of Khibiny Mountains. Murmansk, Murmanskoye knizh. izd-vo, 1961. 249 p.

Shlyakov R. N., Konstantinova N. A. A checklist of bryophytes of the Murmansk Region. Apatity: Kol. fil. AN SSSR, 1982. 228 p.

Sofronova E. V. (ed.), *Afonina O. M., Antipin V. K., Belkina O. A., Boychuk M. A., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Ya., Dyachenko A. P., Fedosov V. E., Ignatov M. S., Ignatova E. A., Kholod S. S., Kolesnikova M. A., Koltysheva D. E., Komarova A. S., Konstantinova N. A., Koroleva N. E., Koroteeva T. I., Kozhin M. N., Kudr E. V., Kuzmina E. Yu., Lavrentiev M. V., Mamontov Yu. S., Neshataeva V. Yu., Philippov D. A., Popov S. Yu., Popova N. N., Sergeeva Yu. M., Shevchenko N. E., Smagin V. A., Taran G. S., Teleganova V. V., Teplov K. U., Tikhomirov N. P., Voronkova T. V., Zakharova A. G.* New bryophyte records. 13 // *Arctoa*. 2019a. Vol. 28 (2). P. 231–250.

Sofronova E. V. (ed.), *Bezgodov A. G., Biryukov R. Yu., Boychuk M. A., Braslavskaya T. Yu., Churakova E. Yu., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Ya., Dyachenko A. P., Ermokhina K. A., Fedosov V. E., Grishutkin O. G., Ignatov M. S., Ignatova E. A., Kholod S. S., Kolesnikova M. A., Konstantinova N. A., Kozhin M. N., Kudr E. V., Kuzmina E. Yu., Lavrskiy A. Yu., Morozova L. M., Moseev D. S., Neshataeva V. Yu., Nozhinkov A. E., Obabko R. P., Philippov D. A., Popova N. N., Sergeeva Yu. M., Telyatnikov M. Yu., Troeva E. I., Tubanova D. Ya., Volosnova L. F., Zakharova A. G., Zhalov Kh. Kh., Zolotov D. V.* New bryophyte records 12 // *Arctoa*. 2019b. Vol. 28 (1). P. 116–142.

Статья поступила в редакцию 02.06.2021; одобрена после рецензирования 04.08.2021; принята к публикации 12.10.2021.

The article was submitted 02.06.2021; approved after reviewing 04.08.2021; accepted for publication 12.10.2021.

Научная статья
УДК 582.34(470.21)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.012

РОД *KIAERIA* В ГЕРБАРИИ КРАВГ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Татьяна Петровна Другова

Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия; darktanya@mail.ru

Аннотация

Впервые проведена ревизия образцов рода *Kiaeria*, собранных на территории Мурманской области и хранящихся в гербарии КРАВГ. Род *Kiaeria* в регионе представлен четырьмя видами, из которых *Kiaeria falcata* (Hedw.) I. Hagen — редкий, занесен в Красную книгу Мурманской области (2014) с категорией охраны 2. Приведены сведения о распространении и экологических особенностях представителей *Kiaeria*, уточнен ряд определений, выявлены новые точки нахождения *K. falcata*, одна из которых — впервые вне горных территорий в тундровой зоне.

Ключевые слова:

листоростебельные мхи, *Kiaeria*, география, экология, Мурманская область

Благодарности:

работа выполнена в рамках темы Полярно-альпийского ботанического сада-института Кольского научного центра Российской академии наук № 0229-2019-0004. При проведении работ использовано оборудование уникальной научной установки — гербария Полярно-альпийского ботанического сада-института (КРАВГ; Кировск, Россия) № 499397.

Original article

GENUS *KIAERIA* IN HERBARIUM KRAVG (MURMANSK REGION)

Tatyana P. Drugova

Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; darktanya@mail.ru

Abstract

All specimens of *Kiaeria* genus collected in Murmansk Region and stored in KRAVG were revised for the first time. *Kiaeria* genus consists of 4 species from which *Kiaeria falcata* (Hedw.) I. Hagen is rare in the region and includes in Murmansk Region Red List (2014). Paper contains data on distribution and ecology for 4 species and from KRAVG collection, new points of occurrence for *K. falcata* are given.

Keywords:

mosses, *Kiaeria*, geography, ecology, Murmansk Province

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts of Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute (1021071612832-8-1.6.11). The research was done using large-scale research facilities at the herbarium at the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute (KRAVG; Kirovsk, Russia) reg. No. 499397.

Введение

Род *Kiaeria* входит в состав семейства *Dicranaceae* и в целом в мире насчитывает шесть видов, распространенных в холодных районах обоих полушарий [Игнатов, Игнатова, 2003], четыре из них произрастают в Мурманской области. Они представляют собой растения средних размеров и внешне напоминают мелкие виды рода *Dicranum*, от которых отличаются слабо дифференцированными клетками жилки (отсутствием стереидных пучков на поперечном срезе) и отсутствием прозрачных тонкостенных клеток между жилкой и клетками углов основания листа. Представители рода *Kiaeria* приурочены к арктическим и горным районам [Абрамова и др., 1961] и растут в виде небольших подушечек на силикатных горных породах и земле преимущественно в нивальных сообществах, в местах с поздно стаивающим снегом.

Материалы и методы

Проведена критическая ревизия всех ранее собранных образцов из рода *Kiaeria* и некоторых новых сборов полевого сезона 2020 г., хранящихся в гербарии Полярно-альпийского ботанического сада-института (КРАВГ). Виды определяли традиционным сравнительным анатомо-морфологическим методом с использованием отечественных и зарубежных руководств. Препараты исследовали на микроскопе AxioPlan 2 imaging, также на нем был выполнен ряд фотографий препаратов. Вся информация по переопределениям, заметки, данные этикеток и фотографии препаратов для отдельных видов доступны для просмотра в информационной системе L [Information...]. Объем таксонов и номенклатура даны в соответствии с работами [Игнатов, Игнатова, 2003; Nyholm, 1986; Ignatov et al., 2006; Hallingbäck et al., 2006; Flora...]. Всего изучено 298 гербарных образцов, содержащих от одного до двух видов *Kiaeria*. Составлен итоговый аннотированный список мхов рода *Kiaeria*, выявленных в Мурманской области на основе гербарной коллекции КРАВГ. Указаны точки нахождения в соответствии с флористическим районированием Мурманской области [Раменская, 1983], коллекторы и гербарные номера.

Результаты и обсуждение

Список видов рода *Kiaeria* в Мурманской области по данным гербария КРАВГ насчитывает четыре вида. В скобках после фамилий коллекторов приведены гербарные номера КРАВГ.

Kiaeria falcata (Hedw.) I. Hagen (рис. 1–4)

I, полуостров Рыбачий, гора Мотка, *Белкина* (# 6705), IV, Лавнатундра, *Белкина* (# 14170), массив Чильтальд, гора Малая Конья, *Белкина* (## 7252, 9386); VI, Ловозерские горы, цирк Раслака 1, *Белкина* (# 9387),

Kiaeria starkei (F. Weber & D. Mohr) I. Hagen (рис. 5, 8)

I, перевал Мустатунтури, *Лихачев*, (# 7933), полуостров Рыбачий, *Белкина*, *Лихачев* (## 6707, 6710, 6769, 9244, 14202, 14204, 18280, 18281); II, река Дроздовка, *Белкина* (# 121621), поселок Дальние Зеленцы, *Белкина*, *Лихачев* (## 10296, 10404, 10428, 10462, 10638), река Воронья, *Белкина* (## 12963, 12985), *Андреева* (# 12963), река Териберка, *Белкина* (# 12914); III, река Поной, *Белкина* (# 120627), Лумбовский залив, *Белкина* (# 20001); IV, Лавнатундра, *Белкина* (## 5761, 5769, 5948, 6266, 6384, 14169, 14187, 14206, 14207, 14209, 14213, 14214), город Кола, *Другова* (# 14205), массив Чильтальд, *Белкина* (## 6655, 7209, 7250,

7303, 7461), массив Ионн-Ньюгоайв, *Лихачев* (# 14211); **V**, Сальные Тундры, *Белкина, Лихачев* (## 11481, 11589, 11595, 11596, 12005, 12107, 12284, 12308, 12353, 12384, 12389, 12406, 12448, 12472, 12499, 123711, 123722, 123723, 123737), Чунатундра, *Белкина* (## 19418, 19478, 19482, 19593, 19607), озеро Вырмес *Белкина* (# 9921), Кандалакшские горы, *Лихачев* (## 7800, 7801, 14216); **VI**, Ловозерские горы, *Белкина, Лихачев, Константинова* (## 10756, 10902, 10985, 11253, 11312, 11328, 11882, 11884, 11885, 11886, 11887, 11896, 14311, 14313, 14314, 14315, 14316, 14317), Хибинские горы, *Белкина, Лихачев, Шляков, Константинова, Другова, Копеина* (## 1089, 1668, 1670, 1672, 1673, 1674, 1680, 5788, 5817, 7974, 8609, 8610, 8670, 9293, 14177, 14178, 14179, 14305, 14307, 14308, 14309, 14318, 122971, 124352), город Кировск, *Другова* (# 17897).

***Kiaeria blyttii* (Bruch et al.) Broth.** (рис. 6, 7)

I, полуостров Рыбачий, *Белкина, Лихачев* (## 14162, 14163, 14203, 18163), поселок Большая Титовка, *Лихачев* (## 7921, 9271, 9272), Печенгский район, *Раменская* (# 14165); **II**, река Териберка, *Белкина, Шляков* (## 7508, 12835), залив Подпахтинский, *Белкина* (## 10502, 10504), поселок Дальние Зеленцы, *Белкина* (## 10399, 10406), река Воронья, *Белкина* (# 12956); **III**, река Поной, *Белкина* (## 120236, 120631, 120265), Лумбовский залив, *Белкина* (## 19992, 20028, 20047, 20085, 20169); **IV**, Лавнатундра, *Белкина* (## 5998, 14168, 14171, 14208, 14212), массив Чильтальд, *Белкина* (## 6650, 7229, 7333, 7376, 7394); **V**, Сальные Тундры, *Белкина, Лихачев*, (## 9138, 9140, 9169, 11493, 11496, 11511, 11513, 11514, 11526, 11585, 11619, 11648, 11651, 12022, 12109, 12288, 12302, 12307, 12391, 12349, 12387, 12406, 12450, 12464, 12465, 12490, 12495, 12556, 12734), Волчьи Тундры, *Белкина* (## 20924, 20936, 20914, 21096), Чунатундра, *Белкина* (## 19431, 19452, 19472, 19607, 21231, 21241, 21249, 21285), гора Нижняя Кумажья, *Белкина* (## 9930, 9931), Кандалакшские горы, *Лихачев* (## 7815, 7847, 14173, 14180); **VI**, Ловозерские горы, *Белкина, Лихачев, Константинова* (## 14175, 14176, 14181), Хибинские горы, *Лихачев, Белкина, Шляков* (## 1027, 1669, 1676, 7883), город Кировск, *Другова* (# 17927); **IX**, Кандалакшский залив, остров Ряжков, *Белкина, Лихачев* (# 14182).

***Kiaeria glacialis* (Berggr.) I. Hagen** (рис. 9)

I, Ларроника Мурманика, *Brotherus* (# 14184), полуостров Рыбачий, *Белкина* (## 18170, 18171), заповедник «Пасвик», *Бойчук* (# 122593), *Поликарпова* (# 14219); **II**, река Дроздовка, *Белкина* (# 121609), губа Ивановская, *Белкина* (# 121705), поселок Дальние Зеленцы, *Белкина* (## 10307, 10331, 10428), Кильдин, *Константинова* (# 14185), река Териберка, *Белкина, Шляков* (## 7519, 12905); **III**, река Поной, *Белкина* (# 120614); **IV**, Лавнатундра, *Белкина* (## 14188, 14190), массив Чильтальд, *Белкина* (# 7432); **V**, Волчьи Тундры, *Белкина* (## 20926, 21080, 21092, 21093, 21099), Сальные Тундры, *Белкина, Лихачев* (## 11516, 11901, 11978, 12037, 12302, 12469, 12507, 123709, 123740, 123743, 123775), Мончетундра, *Боровичев* (# 122896), *Обабко* (# 122771), Чунатундра, *Белкина* (## 19414, 19417, 19418, 21239), гора Нижняя Кумажья, *Белкина* (## 9935, 9939, 9950, 10006), город Полярные Зори, *Другова* (# 19382), Кандалакшские горы, *Лихачев* (## 14193, 14194), планируемый заказник «Кайта», *Бойчук* (# 21425); **VI**, Ловозерские горы, *Белкина, Лихачев* (## 11430, 14200, 14201), Хибинские горы, *Шляков, Константинова, Другова, Копеина* (## 1666, 14196, 14306, 124282, 124286, 124346, 124363, 124436).

Таким образом, в Мурманской области произрастают четыре вида рода *Kiaeria*, три из которых находят широкое распространение в горных районах и тундровой зоне, иногда заходя в лесотундру и тайгу, где они селятся на скально-каменистых субстратах.

Kiaeria falcata (Hedw.) I. Hagen (рис. 1–4) — редкий для региона вид с категорией охраны 2 [Красная..., 2014]. В настоящий момент известно пять точек нахождения в регионе. Характеризуется формированием очень плотных дерновинок, сильно серповидно согнутыми листьями как в сухом, так и во влажном состоянии, мамиллозностью клеток и плохо выраженными клетками углов основания. Приурочен к горно-тундровым местообитаниям с поздно стаивающим снегом, предпочитает кислые породы и песчаную почву [Hallingbäck et al., 2006; Flora...]. В результате ревизии рода, помимо двух ранее известных местонахождений в массиве Чильтальд и Ловозерских горах, впервые было выявлено местонахождение этого вида в тундровой зоне (полуостров Рыбачий, гора Мотка), а также два новых местонахождения в массивах Чильтальд и Лавнатундра. Ранее эти образцы были ошибочно определены как *Kiaeria starkei*, однако по ряду признаков отнесены нами к *Kiaeria falcata*. Все точки произрастания в тундровой зоне и на горных территориях приурочены к скальным местообитаниям и мелкозему вблизи ручьев с медленно текущей водой, орошающей субстраты с растениями этого вида.



Рис. 1. Серповидно согнутые листья *Kiaeria falcata* (# 9386)



Рис. 2. Серповидно согнутые листья *Kiaeria falcata* (# 9386)

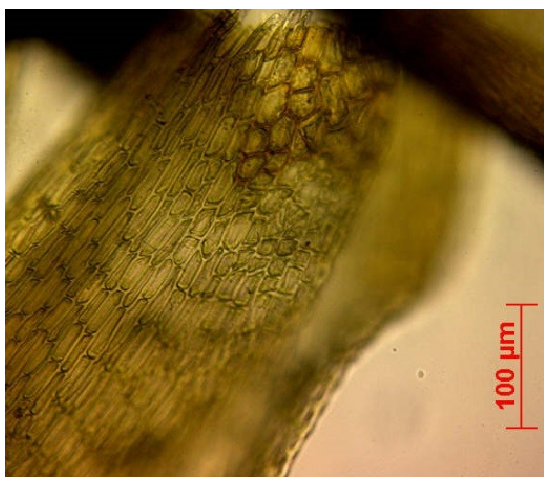


Рис. 3. Слабо выраженные клетки углов основания у *Kiaeria falcata* (# 6705)



Рис. 4. Мамиллозность клеток в верхней части листа у *Kiaeria falcata* (# 7252)

Остальные три вида рода *Kiaeria* имеют широкое распространение в регионе и встречаются в сходных с предыдущим видом условиях произрастания. В результате проведенной работы наибольшее число ошибок в идентификации было выявлено между *K. starkei* (F. Weber & D. Mohr) I. Hagen и *K. blyttii* (Bruch et al.) Broth. Часть образцов, определенных как *K. starkei*, должна быть отнесена к *K. blyttii* вследствие наличия такого признака, как мамиллозность клеток верхней части листа (рис. 5), и, наоборот, часть образцов *K. blyttii* представляет собой *K. starkei* вследствие отсутствия вышеупомянутого признака (рис. 6).

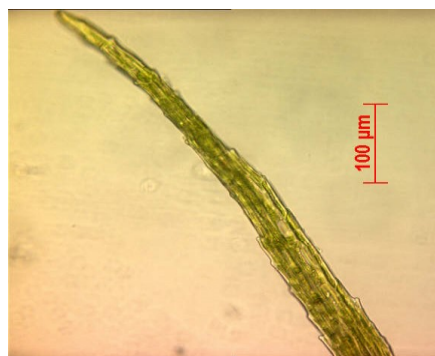


Рис. 5. Верхняя часть листа *Kiaeria starkei* (# 14313)

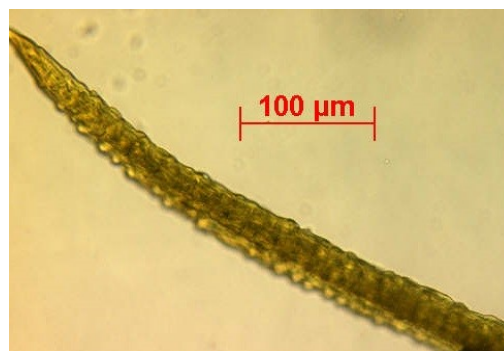


Рис. 6. Верхняя часть листа *Kiaeria blyttii* (# 14168).

При затруднении в оценивании этого признака необходимо изучать срезы листьев под большим увеличением (рис. 7, 8).



Рис. 7. Поперечный срез листа у *Kiaeria blyttii* с хорошо заметной мамиллозностью клеток (# 14168)

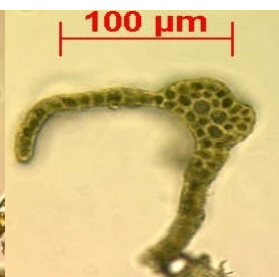


Рис. 8. Поперечный срез листа у *Kiaeria starkei*, мамиллозность отсутствует (# 14313)

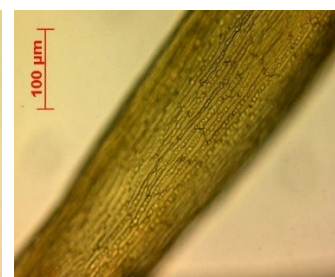


Рис. 9. Клетки верхней части листа у *Kiaeria glacialis* (# 20926)

Довольно хорошо определяется *K. glacialis* (Berggr.) I. Hagen, отличающаяся крупными размерами и длинными пористыми клетками листа (рис. 9). *K. starkei* иногда также имеет крупные размеры и сильно пористую клеточную сеть, однако изучение верхних клеток листа позволяет хорошо отличить ее от *K. glacialis* благодаря более коротким клеткам.

Ревизия показала, что при отнесении образцов к тому или иному виду *Kiaeria* происходят многочисленные ошибки как внутри рода, так и внутри семейства *Dicranaceae* (рис. 10, 11). Имеются некоторые трудности при разграничении рода *Kiaeria* и таких родов, как *Dicranum*, *Hymenoloma*, *Arctoa*, *Synodontium*, *Oncophorus* и *Blindia*, в особенности у стерильных растений, что указывает на необходимость тщательного оценивания не только внутривидовых признаков *Kiaeria*, но и межвидовых признаков внутри семейства *Dicranaceae*, особенно у стерильных растений.

В целом при ревизии рода были переопределены в другие роды: шесть образцов как *Oncophorus* sp. (## 12988, 20164, 121247, 121295, 121530, 121629), три как *Dicranum* spp. (## 5939, 7459, 10331, 14164, 14183), десять как *Synodontium* spp. (## 5942, 7345, 9932, 10339, 18167, 18173, 19981, 121112, 121149, 121637), один как *Blindia acuta* (Hedw.) Bruch et al. (# 123640), один как *Arctoa fulvella* (Dicks.) Bruch et al. (# 14310), один как *Hymenoloma crispulum* Hedw.) Ochrya (# 120907).

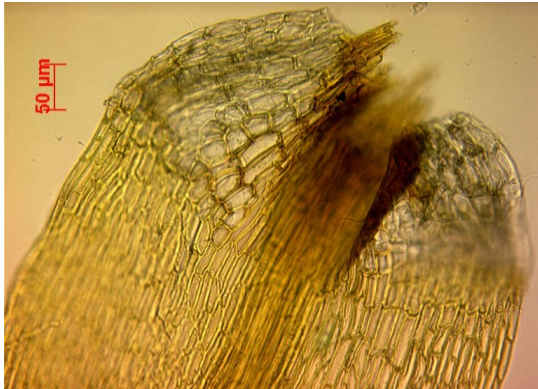


Рис. 10. Основание листа у *Dicranum spadiceum* var. *subscabrifolium* Schljakov, ошибочно определенного как *Kiaeria blytii* (# 7459). Имеются прозрачные клетки между жилкой и краем листа, что указывает на принадлежность к роду *Dicranum*

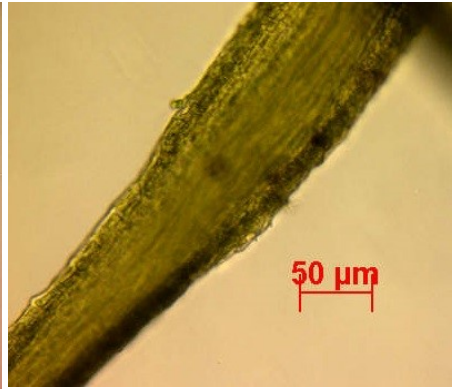


Рис. 11. Более утолщенный (отогнутый) край листа у *Synodontium* sp., ранее ошибочно определенного как *Kiaeria blytii* (# 7345)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Абрамова А. Л., Савич-Любицкая Л. И., Смирнова З. Н. Определитель листостебельных мхов Арктики СССР. М.; Л. 1961. 715 с.
- Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора мхов средней части Европейской России. *Sphagnaceae* — *Hedwigiaceae*. М.: КМК, 2003. Т. 1. С. 1–608.
- Красная книга Мурманской области / ред. Н. А. Константинова [и др.]. Кемерово: Азия-Принт, 2014. 584 с.
- Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л., 1983. 216 с.
- Hallingbäck T., Lönnell N., Weibull H., Hedenäs L. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Bladmossor: Sköldmossor — blåmossor. *Bryophyta: Buxbaumia* — *Leucobryum*. ArtDatabanken. SLU. Uppsala, 2006. 416 p.
- Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. Check-List of Mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 1–130.
- Nyholm E. Illustrated Moss Flora of Nordic Mosses. Fasc. 1. Fissidentaceae — Seligeriaceae Lund. Nordic Bryological Society. Copenhagen & Lund. 1986. 72 p.
- Information System "L.". URL: <https://isling.org/>.
- Flora of North America. URL: <http://floranorthamerica.org>.

References

- Abramova A. L., Savich-Lyubitskaya L. I., Smirnova Z. N. Opredelitel' listostebel'nykh mkhov Arktiki SSSR. M.; L. 1961. 715 p.
- Flora of North America. URL: <http://floranorthamerica.org>.
- Hallingbäck T., Lönnell N., Weibull H., Hedenäs L. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Bladmossor: Sköldmossor — blåmossor. *Bryophyta: Buxbaumia* — *Leucobryum*. ArtDatabanken. SLU. Uppsala, 2006. 416 p.
- Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. Check-List of Mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 1–130.
- Ignatov M. S., Ignatova E. A. Moss Flora of the Middle Part of European Russia. *Sphagnaceae* — *Hedwigiaceae*. М.: КМК, 2003. Vol. 1. P. 1–608.

Information System "L.". URL: <https://isling.org/>.
Nyholm E. Illustrated Moss Flora of Nordic Mosses. Fasc. 1. Fissidentaceae
— Seligeriaceae Lund. Nordic Bryological Society. Copenhagen & Lund. 1986. 72 p.
Ramenskaya M. L. Analysis of the flora of Murmansk Region and Karelia.
Leningrad: Nauka, 1983. 216 p.
Red Data Book of the Murmansk region. Kemerovo: Asia-Print, 2014. 578 p.

Статья поступила в редакцию 02.06.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 12.10.2021.

The article was submitted 02.06.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 12.10.2021.

Научная статья
УДК 582.32
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.013

ПОПУЛЯЦИИ *NECKERA PENNATA* HEDW. В ОКРЕСТНОСТЯХ ЧЕРЕПОВЕЦКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА, ИХ ДИНАМИКА И ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗРАСТАНИЯ

**Анжелла Владимировна Румянцева, Дарья Дмитриевна Михеева,
Данил Андреевич Афонин**

*Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия;
a-v-rum@yandex.ru*

Аннотация

Приведены сведения о местах расположения популяций охраняемого эпифитного мха *Neckera pennata* Hedw. и их характеристика в окрестностях Череповецкого промышленного комплекса (Вологодская область). Проанализированы данные мониторинга (изменение числа и проективного покрытия куртин) в двух локациях. Выявлено, что главным лимитирующим фактором для произрастания мха являются микроклиматические условия в местах существования популяций: влажность воздуха (косвенно влажность почвы, развитие подлеска) и освещенность.

Ключевые слова:

Neckera pennata (неккера перистая), Красная книга, Череповец, Вологодская область, лимитирующие факторы

Original article

CHARACTERISTIC, DYNAMICS AND LIMITING FACTORS OF GROWTH OF *NECKERA PENNATA* HEDW. IN THE VICINITY OF THE CHEREPOVETS INDUSTRIAL COMPLEX

Anzhella V. Rumyantseva, Daria D. Mikheeva, Danil A. Afonin

Cherepovets State University, Cherepovets, Russia; a-v-rum@yandex.ru

Abstract

The paper provides information on the locations of the populations of the protected epiphytic moss *Neckera pennata* Hedw. and a number of their characteristics in the vicinity of the Cherepovets industrial complex (Vologda region). The monitoring data (change in the number and projective cover of turfs) in two locations were analyzed. It revealed that the main limiting factor for the growth of moss is the microclimate conditions in the places where populations exist: air humidity (indirectly, soil moisture, undergrowth development) and illumination.

Keywords:

Neckera pennata, Red Book, Cherepovets, Vologda region, limiting factors

Введение

Неккера перистая (*Neckera pennata* Hedw.) — эпифитный мох, характерный для старовозрастных лесов [Выявление ..., 2009]. Активная эксплуатация лесных массивов привела к сокращению численности вида и внесению его в список охраняемых растений на многих территориях. *N. pennata* включена в Красную книгу Европы со статусом *vulnerable* (уязвимый вид) [Red..., 1995], в красные книги 22 (ранее 26) субъектов России [ООПТ...] с различными статусами (уязвимый вид; редкий с тенденцией к сокращению; редкий под угрозой исчезновения; вызывающий наименьшие опасения; очень редкий; малочисленный; вид с неопределенным статусом). В Вологодской области, несмотря на развитие лесозаготовки, статус вида был изменен с 2/NT (вид с сокращающейся численностью) [Красная..., 2004] на 3/LC (вызывающий наименьшие опасения) [Об утверждении..., 2015]. В настоящее время неккера выявлена во всех 26 административных районах Вологодской области и известна из 92 локаций, но нигде не является обильной [Левашов и др., 2019]. В то же время в обобщающей работе о неккере в Вологодской области [Левашов и др., 2019] отсутствуют сведения о локализации вида возле города Череповца, таким образом, наше исследование расширяет сведения о местах обитания *N. pennata* в этом регионе. Кроме того, одним из лимитирующих факторов для произрастания *N. pennata* считается загрязнение окружающей среды [Red..., 1995; Левашов и др., 2019], поэтому описание популяций мха, расположенных возле промышленного комплекса, является актуальным.

Город Череповец — крупный промышленный центр Вологодской области и Северо-Запада России. Здесь сосредоточены металлургические (Череповецкий металлургический комбинат ПАО «Северсталь», «Северсталь — метиз»), химические (АО «Апатит») и другие предприятия, что обуславливает 71,7 % выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферу Вологодской области, причем 66,8 % — это вклад металлургического производства [Доклад..., 2020]. Основной комплекс промышленных предприятий расположен в северо-западной части города (рис. 1, промышленная зона). Череповец включен в список самых экологически неблагополучных городов России. Несмотря на существенное загрязнение, в окрестностях Череповца обитают виды, включенные в Красную книгу Вологодской области [Маханцева, Румянцева, 2018]. В некоторых местах была отмечена и *Neckera pennata* (рис. 1).

Материалы и методы

При изучении популяций неккеры перистой во время полевых работ проводили замеры диаметра ствола (на высоте 1,3 м), на котором произрастал мох, записывали GPS-координаты и указывали вид дерева. Определяли высоту (нижнюю границу) произрастания куртины неккеры, её площадь (с помощью палетки) и ориентацию центральной части куртины по сторонам горизонта (табл. 1).

Участок 1 расположен на особо охраняемой природной территории «Зеленая роща» (юго-западная часть города), в осиннике-березняке травяном с ольхой серой, с развитым подлеском (рис. 2). Площадь участка составляет порядка 0,3 га, территория расположена вдоль мелиоративной канавы. Неккера здесь была впервые отмечена в 2015 г., описания выполнены в 2017, 2020, 2021 гг.

Участок 2 находится в центральной, исторической части города, на территории музея «Дом А. И. Милютина».

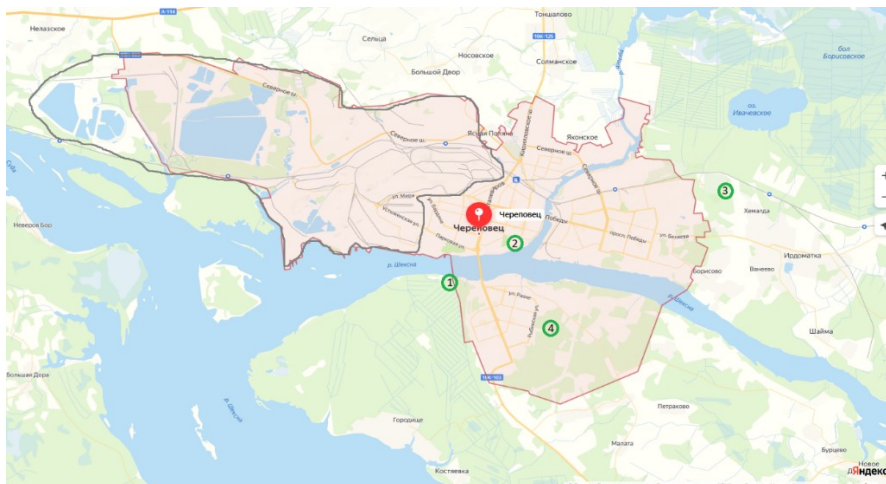


Рис. 1. Зона промышленного комплекса (серый контур) и местонахождения *Neckera pennata* (номера в зеленых кружках) в городе Череповце и его окрестностях

Таблица 1

Основные характеристики популяций *Neckera pennata* в окрестностях Череповецкого промышленного комплекса

Участок, год	Древесная порода	Количество куртин	Высота произрастания <u>min — max</u> , м среднее	Площадь куртин <u>min — max</u> , см ² , среднее	Ориентация куртин на стволе по сторонам горизонта, %
1, 2017	<i>Populus tremula</i> L.	13	<u>0,6–3,0</u> 1,6	<u>3–250</u> 48	C-3 — 8; C — 23; C-B — 15; B — 0; Ю-B — 15; Ю — 0; Ю-3 — 31; 3 — 8
1, 2020	<i>Populus tremula</i> L.	10	<u>0,8–3,0</u> 1,6	<u>10–726</u> 179	C-3 — 0; C — 60; C-B — 20; B — 0; Ю-B — 0; Ю — 10; Ю-3 — 0; 3 — 10
1, 2021	<i>Populus tremula</i> L.	9	<u>0,8–2,2</u> 1,4	<u>22–800</u> 268	C-3 — 0; C — 56; C-B — 22; B — 0; Ю-B — 0; Ю — 11; Ю-3 — 0; 3 — 11
3, 2020	<i>Populus tremula</i> L.	16	<u>1,2–2,5</u> 1,7	<u>4–200</u> 54	C-3 — 0; C — 38; C-B — 12,5; B — 31; Ю-B — 0; Ю — 12,5; Ю-3 — 0; 3 — 6
4, 2021	<i>Populus tremula</i> L.	14	<u>0,5–1,7</u> 1,2	<u>3–430</u> 55	C-3 — 46; C — 7; C-B — 27; B — 0; Ю-B — 0; Ю — 0; Ю-3 — 0; 3 — 20
4, 2021	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	1	<u>0,5–1,7</u> 1,2	<u>3–430</u> 55	C-3 — 46; C — 7; C-B — 27; B — 0; Ю-B — 0; Ю — 0; Ю-3 — 0; 3 — 20

Примечание. Обозначение сторон горизонта: С — север; В — восток; Ю — юг; 3 — запад; данные по участку 2 в таблице не приводятся из-за элиминации единственного экземпляра мха.



Рис. 2. Внешний вид осинника-березняка травяного с ольхой серой (участок 1, июнь 2017 г.)



Рис. 3. Куртина *Neckera pennata* со спороносными побегами (участок 1, 9 марта 2021 г.)

Участок 3 расположен рядом с северо-восточной частью города, частично это территория проектируемого кладбища. Описание проводили в 2020 г. Площадь обследованного участка 30 га, здесь представлены сообщества древесных растений, различающиеся по составу пород и увлажнению почвы (ивняки, молодые березняки, сосняк-черничник, осинник травяной, осинник с участием ели).

Участок 4 находится в юго-восточной части Череповца, на территории проектируемых микрорайонов. Весной 2021 г. в осиннике-сероольшанике травяном на площади 1,5 га было обследовано одиннадцать осин и одна ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench).

Результаты

На участке 1 *Neckera pennata* произрастает исключительно на осине (*Populus tremula* L.), что типично для данного вида в южной и средней тайге [Игнатов, Игнатова, 2004]. Деревья имеют диаметр от 31 до 57 см (в среднем 43 см). Интересно, что куртины мха обнаруживаются не на всех стволах крупного размера, даже произрастающих рядом с заселенными неккерой осинами. Большинство растений в 2017 г. было приурочено к юго-западной стороне ствола (31 %), но мох встречался и по другим сторонам, хотя именно с севера в непосредственной близости располагается крупная река Шексна, которая может увеличивать влажность в лесном массиве. Очевидно, решающим фактором являются условия микроклимата (влажности и освещенности). Разнообразие

в ориентации куртин по сторонам горизонта отмечено и в других популяциях неkkerы на территории Вологодской области [Левашов и др., 2019]. Куртины мха располагаются на стволах осин на высоте от 0,6 до 3 м, средняя высота составляет 1,6 м. В результате наблюдений установлено, что с 2017 г. число заселенных стволов осины сократилось с 11 до 6, количество куртин в популяции — с 13 до 9, но существенно возросла площадь оставшихся куртин и появились молодые растения. За последний год средняя площадь куртин увеличилась на 50 %, появилось 39 молодых веточек мха на стволах, где были отмечены две куртины со спороносными побегами (рис. 3). На упавших осинах неkkerы не выявлено. Условия в сообществе и повышенная влажность почвы обуславливают быструю деструкцию стволов. Из-за выпадения заселенных деревьев в последние годы большая часть куртин ориентирована на северную сторону.

Во время исследования насаждений парка на участке 2 в 2016 г. на одном из вязов (*Ulmus glabra* Huds. с диаметром ствола 53 см) была обнаружена небольшая куртина *N. pennata* на высоте 1,3 м. При повторном обследовании весной 2021 г. неkkerа на этом вязе не обнаружена. В 2017 г. насаждения подвергались прочистке от поросли вяза, клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) и тополя (*Populus sp.*), в результате произошло изменение режима влажности и освещенности в нижней части древостоя, что и привело к элиминации мха. На данный момент наблюдается восстановление поросли древесных пород.

На участке 3 неkkerа обнаружена в двух локусах. Всего здесь описано шестнадцать куртин, произрастающих исключительно на осине, в осиннике травяном и осиннике с примесью ели (*Picea abies* L.), но вероятно обнаружение и других куртин на ближайшей территории. Биотоп характеризуется развитым подлеском, возможно, это способствует тому, что неkkerа произрастает на средневозрастных осинах с диаметром ствола 27–34 см. Большинство куртин приурочены к северной (38 %) и восточной (31 %) стороне ствола. Мох располагается на высоте от 1,2 до 2,5 м (средняя высота 1,7 м). Площадь куртин варьирует от 4 до 200 см² (в среднем 54 см²).

На древесных породах четвертого участка произрастали пятнадцать куртин неkkerы. Ранее ольха серая не отмечалась в качестве субстрата для неkkerы на территории Вологодской области. Дерево имеет небольшой диаметр — 20 см. Заселенные неkkerой осины характеризуются диаметром от 30 до 50 см (средний диаметр 41 см), некоторые из них уже отмирающие. На участке неkkerа встречается двумя локусами и не на всех крупных осинах. Большинство куртин приурочено к северо-западной стороне ствола (46 %). Также мох отмечен и на других сторонах ствола, произрастает на высоте от 0,5 до 1,7 м (средняя высота 1,2 м). Площадь куртин варьирует от 3 до 430 см², составляя в среднем 55 см².

Заключение

Проведенные исследования показали, что неkkerу перистую можно встретить как в окрестностях Череповца, так и в самом городе. Таким образом, существующее на территории загрязнение не является для мха лимитирующим фактором. Для произрастания вид предпочитает осину, но единично отмечен на вязе шершавом и ольхе серой. Встречается на сторонах ствола различной ориентации, на высоте от 0,5 до 3 м. Популяции возле Череповецкого промышленного комплекса малочисленные, как и в целом в Вологодской области. Средняя площадь куртин меньше известной для некоторых районов

Вологодской области [Левашов и др., 2019], также меньше и максимальный отмеченный диаметр ствола (57 см), а в основном — около 40 см. Крупные осины отмирают и выпадают, что приводит к сокращению числа куртин. Однако главным лимитирующим фактором следует считать микроклиматические условия в местах существования популяций: влажность воздуха (косвенно влажность почвы, развитие подлеска) и освещенность. При наличии этих условий *Neckera pennata* может быть обнаружена и на других участках возле Череповца.

Список источников

Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов / отв. ред. Л. Андерссон, Н. М. Алексеева, Е. С. Кузнецова. СПб.: СПбГУ, 2009. 258 с.

Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2019 году. Вологда, 2020. URL: <https://vologda-oblast.ru/dokumenty/3127751/>.

Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора мхов средней части Европейской России. Т. 2. *Fontinalaceae — Amblystegiaceae*. М.: КМК, 2004. С. 609–960.

Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы / отв. ред. Г. Ю. Конечная, Т. А. Суслова. Вологда: ВГПУ, Русь, 2004. 360 с.

Левашов А. Н., Романовский А. Ю., Филиппов Д. А. *Neckera pennata* (Bryophyta, Neckeraceae) в Вологодской области // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2019. Т. XIII, № 2. С. 197–214.

Маханцева А. В., Румянцева А. В. Картирование и учет редких и охраняемых видов на территории ООПТ «Зеленая роща» г. Череповец (Вологодская область) // Материалы IV (XII) Междунар. ботанич. конф. молодых ученых в Санкт-Петербурге (22–28 апреля 2018 г.). СПб.: БИН РАН, 2018. С. 132–133.

Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области: Постановление Правительства Вологодской обл. от 24 февраля 2015 г. № 125. URL: <http://docs.cntd.ru/document/424039139>.

ООПТ России. База биоразнообразия. *Neckera pennata* Hedw. URL: <http://oop.aari.ru/bio/6087>.

Red Data Book of European Bryophytes. Trondheim: European Committee for the Conservation of European Bryophytes, 1995. 291 p.

References

Doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy Vologodskoy oblasti v 2019 godu. Vologda, 2020. URL: <https://vologda-oblast.ru/dokumenty/3127751/>.

Ignatov M. S., Ignatova E. A. Moss Flora of the Middle Part of European Russia. Vol. 2. *Fontinalaceae — Amblystegiaceae*. M.: KMK, 2004. P. 609–960.

Levashov A. N., Romanovskiy A. Yu., Filippov D. A. *Neckera pennata* (Bryophyta, Neckeraceae) in Vologda Region // Phytodiversity of Eastern Europe. 2019. Vol. 13, No 2. P. 197–214.

Makhantseva A. V., Rumyantseva A. V. Kartirovaniye i uchet redkikh i okhranyayemykh vidov na territorii OOPT «Zelenaya roshcha» g. Cherepovets (Vologodskaya oblast') // Materialy IV (XII) Mezhdunar. botanich. konf. molodykh uchenykh v Sankt-Peterburge (22–28 aprelya 2018 g.). SPb.: BIN RAN, 2018. P. 132–133.

Ob utverzhdanii perechnya (spiska) redkikh i ischezayushchikh vidov

(vnutrividovykh taksonov) rasteniy i gribov, zanesennykh v Krasnuyu knigu Vologodskoy oblasti: Postanovleniye Pravitel'stva Vologodskoy obl. ot 24 fevralya 2015 g. № 125. URL: <http://docs.cntd.ru/document/424039139>.

ООПТ Rossii. Baza bioraznoobraziya. Neckera pennata Hedw. URL: <http://oopt.aari.ru/bio/6087>.

Red Data Book of European Bryophytes. Trondheim: European Committee for the Conservation of European Bryophytes, 1995. 291 p.

Red Data Book of the Vologda Region. T. 2. Plants and fungi / Eds. G. Yu. Konechnaya, T. A. Suslova. Vologda: VGPU, Rus, 2004. 360 p.

Vyyavleniye i obsledovaniye biologicheski tsennykh lesov na Severo-Zapade Yevropeyskoy chasti Rossii. T. 2. Posobiye po opredeleniyu vidov, ispol'zuyemykh pri obsledovanii na urovne vydelov / otv. red. L. Andersson, N. M. Alekseyeva, Ye. S. Kuznetsova. SPb.: SPbGU, 2009. 258 p.

Статья поступила в редакцию 03.06.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 03.06.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 582.29(470.22)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.014

ЗАМЕТКИ О ЛИХЕНОБИОТЕ НЕКОТОРЫХ ОСТРОВОВ В ОНЕЖСКОЙ ГУБЕ БЕЛОГО МОРЯ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Мargarita Анатольевна Фадеева¹, Алексей Васильевич Кравченко^{1, 2}

¹Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук, Петрозаводск, Россия; lichenflora@mail.ru

²Отдел комплексных научных исследований Карельского научного центра Российской академии наук, Петрозаводск, Россия; alex.kravchen@mail.ru

Аннотация

Впервые приводятся сведения о лишайниках острова Кондостров и пяти близлежащих островов, расположенных в Онежской губе Белого моря. Архипелаг специфичен тем, что здесь, в самом западном изолированном пункте, произрастает лиственница архангельская. В общей сложности на шести островах выявлено 145 видов лишайников. Наибольшее число видов зафиксировано на самом крупном острове — Кондостров (90). На архипелаге выявлены охраняемые в Российской Федерации *Bryoria fremontii* и *Lobaria pulmonaria*, в региональную книгу внесены еще шесть видов: *Chaenotheca gracilentia*, *Collema nigrescens*, *Pertusaria coronata*, *Ramalina obtusata*, *R. roesleri* и *R. subfarinacea*.

Ключевые слова:

лишайники, охраняемые виды, леса с лиственницей, особо охраняемая природная территория

Благодарности:

финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Карельского научного центра Российской академии наук. Экспедиционные работы проводились на научно-исследовательской станции Карельского научного центра Российской академии наук «Эколог» (капитан Д. М. Годарев).

Original article

NOTES ON LICHENS ON SOME ISLANDS IN ONEGA BAY OF THE WHITE SEA (REPUBLIC OF KARELIA)

Margarita A. Fadeeva¹, Aleksey V. Kravchenko^{1, 2}

¹Forest Research Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Centre "Karelian Research Centre of Russian Academy of Sciences", Petrozavodsk, Russia; lichenflora@mail.ru

²Department of Complex Scientific Research of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Centre "Karelian Research Centre of Russian Academy of Sciences", Petrozavodsk, Russia; alex.kravchen@mail.ru

© Фадеева М. А., Кравченко А. В., 2021

Abstract

Information about lichens on Kondostrov Island and five other islands situated nearby in Onega Bay of the White Sea is given for the first time. A distinctive feature of this archipelago is Russian larch (*Larix archangelica*) growing in an isolated position in the westernmost point. All in all, 145 lichen species have been recorded from six islands, with the highest richness (90 species) on the largest island Kondostrov. *Bryoria fremontii* and *Lobaria pulmonaria* are red-listed in the Russian Federation; six more species, viz. *Chaenotheca gracilentata*, *Collema nigrescens*, *Pertusaria coronata*, *Ramalina obtusata*, *R. roesleri*, and *R. subfarinacea*, are red-listed in the Republic of Karelia.

Keywords:

lichens, red-listed species, forests with larch trees, protected area

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Expeditionary work was carried out at the research station of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences "Ecologist" (captain D. M. Godarev).

Введение

Острова в южной части Белого моря с лихенологической точки зрения изучены крайне слабо. Эта территория относится к биогеографической провинции *Karelia pomorica orientalis* (Kpor), которая сама по себе является мало исследованной в лихенологическом отношении провинцией Карелии. Здесь зарегистрировано 8,7 % от общего числа видов, известных в регионе [Фадеева и др., 2007]. Для сравнения: в провинции *Karelia ladogensis* известно 73 % видов. Следовательно, любая новая информация, полученная для этой территории, вносит вклад в наши знания о распространении и встречаемости лишайников в Карелии.

Материалы и методы

Остров Кондостров и пять близлежащих островов — Безымянный, Малый Кузьмин, Пневатый, Угморин и Хлебная Луда — были обследованы в 2019 г. На одних островах (Кондостров, Пневатый и Угморин) основное внимание было уделено лесным местообитаниям, на других (Безымянный и Малый Кузьмин) обследованию подлежали, главным образом, пологие приморские скалы и выброшенный на них плавник. На острове Хлебная Луда осмотрены участки вороничной тундры, встречающиеся только здесь. Подсчет видов для каждого острова проводили по собранным авторами гербарным образцам; провизорные виды не учитывались. Собранный материал хранится в гербарии Карельского научного центра РАН, город Петрозаводск (PTZ).

Площадь наиболее крупного острова Кондостров (N64,22237°, E36,6263) 12,9 км², площадь остальных менее 1 км². Почти вся территория острова перекрыта рыхлыми отложениями, скальные обнажения приурочены к вдающимся в море мысам. Кондостров занимает в Онежской губе специфическое в климатическом отношении положение. Выступом Онежского полуострова он защищен от северных ветров, благодаря чему климатические условия на нем более мягкие. Своеобразие Кондострову также придает произрастающая здесь, в изолированном пункте на западной границе ареала, лиственница *Larix archangelica* P. Lawson & C. Lawson ex Trautv., которая во внутренних частях острова встречается как примесь к сосне (до 20 % от общего числа живых стволов), а на прибрежных склонах — к ели. Лиственница может преобладать в некоторых куртинах молодняка, на горях и вырубках [Сахновский, 1905]. Единичные экземпляры лиственницы есть и на других островах архипелага.

Результаты

В общей сложности на шести островах выявлено 145 видов лишайников и близкородственных грибов, в том числе 73 вида новых для *Kpor*, т. е. исследование всего шести островов добавляет 67 % к видовому разнообразию лишайников провинции. На самом крупном и подробно обследованном Кондострове выявлено и наибольшее число видов — 90, на мелких островах — 35 и менее видов.

Из охраняемых на федеральном уровне [Красная..., 2008] видов лишайников выявлено два — *Bryoria fremontii* (Tuck.) Brodo & D. Hawksw. и *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. *B. fremontii* — редкий в России вид (категория статуса редкости 3б), найден в трех пунктах на Кондострове; в двух из них произрастал в сосняках с лиственницей — черничном и черничном влажном — на лиственнице, в одном — в сосняке брусничном на сосне; все леса были старше 180 лет. *Lobaria pulmonaria* — уязвимый вид, сокращающийся в численности (2а). В северных широтах встречается редко и зачастую переходит с древесного субстрата на каменистый. Нами встречена трижды: один раз на стенке прибрежного скального выхода на острове Угморин и дважды на Кондострове, в сосново-еловом черничном папоротниковом лесу на иве козьей и в защищенном склоном древней морской террасы ельнике папоротниковом на рябине, где она поднималась по стволу на высоту около 220 см. Возраст лесов также составлял не менее 180 лет.

Из числа регионально охраняемых [Красная..., 2020] выявлено шесть видов.

Chaenotheca gracilentata (Ach.) Mattsson & Middelb. — редкий потенциально уязвимый вид (категория статуса редкости 3(NT)), найден на острове Кондостров в старом ельнике папоротниковом, в подножии склона древней морской террасы, в разрывах коры на основании старого пня березы.

Collema nigrescens (Huds.) DC. — исчезающий вид (2 (EN)), обнаружен на острове Угморин в смешанном сосново-елово-осиновом черничном лесу на осине. Это вторая подтвержденная гербарным образцом находка вида в Карелии [Красная..., 2020], ранее известного только по литературным данным с западного побережья Онежского озера [Верещагин и др., 1921].

Pertusaria coronata (Ach.) Th. Fr. — редкий уязвимый вид (3(VU)), найден единственный раз на острове Кондостров, на старой иве козьей в сосново-еловом чернично-папоротниковом лесу возрастом более 200 лет, вблизи берега моря. Это третья находка вида в Карелии, ранее известного в заповеднике «Кивач» и на острове Кереть в Белом море [Красная..., 2020].

Ramalina obtusata (Arnold) Bitter — редкий потенциально уязвимый вид (3 (NT)), встречен дважды, оба раза на острове Кондостров, в сосново-лиственничном и елово-лиственничном черничных лесах на осине. Это третья и четвертая находки вида в Карелии, ранее известного на крайнем юго-востоке (Чукозеро) и крайнем северо-западе (Паанаярви) [Фадеева, 2007; Фадеева и др., 2007].

Ramalina roesleri (Hochst. ex Schaer.) Hue — редкий потенциально уязвимый вид (3 (NT)). Основные места обитания *R. roesleri* на северо-западе России сосредоточены в приморских местообитаниях побережий Белого и Баренцева морей, где вид заселяет тонкие веточки ели, стволы и ветви ивы козьей, рябины, редко — ольхи серой. В подобных местах *R. roesleri* встречалась на островах Кондостров и Безымянный (всего семь находок).

Ramalina subfarinacea (Nyl. ex Cromb.) Nyl. — редкий потенциально уязвимый вид (3 NT), также вид морских побережий, найден единственный раз на старом плавнике, устилающем приморские скалы острова Безымянный. В Карелии *R. subfarinacea* еще встречается на островах Керетского архипелага в Белом море [Гимельбрант и др., 2001] и как реликт голоцена в Северном Приладожье [Красная..., 2020].

Лишайниковая растительность обследованных островов сильно различается от острова к острову. Например, очень необычен остров Хлебная Луда. По сути, это скальный купол, в центральной части покрытый «сухими» торфяниками. Это феноменальное образование с необычной сетчатой структурой поверхности, напоминающей полигонально-трещиноватые комплексы арктических полигональных болот. Выпуклые торфяные блоки полигональной формы разделены узкими трещинами, глубоко прорезающими торфяную залежь, но при этом в трещинах отсутствуют клинья мерзлоты [Кутенков и др., 2018]. Растительность их представлена тундроподобными вороничными сообществами, что само по себе редкость для этих широт. В живом напочвенном покрове преобладает вороника, лишайники немногочисленны, в основном сосредоточены на участках голого сухого торфа, как, например, *Cetraria ericetorum* Opiz., *C. islandica* (L.) Ach., *Cladonia rangiferina* (L.) F. H. Wigg., *C. stellaris* (Opiz) Pouzar & Vězda, *C. stygia* (Fr.) Ruoss, *C. amaurocraea* (Flörke) Schaer., *Hypocenomyce scalaris* (Ach. ex Lilj.) M. Choisy, *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Ochrolechia frigida* (Sw.) Lyngby, *Parmelia saxatilis* (L.) Ach., *Sphaerophorus fragilis* (L.) Pers.

Видовой состав лишайников на стволах и ветвях живых деревьев лиственницы и на древесине скорее сходен с лишайниками ели, чем сосны, но более скуден и, за исключением *Bryoria fremontii* и видов, предпочитающих более влажные и менее нарушенные местообитания — *Alectoria sarmentosa* (Ach.) Ach., *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Th. Fr., *Ch. chrysocephala* (Turner ex Ach.) Th. Fr., представлен более или менее обычными таежными видами, такими как *Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw., *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Imshaugia aleurites* (Ach.) S. L. F. Mey., *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl., *Tuckermannopsis chlorophylla* (Willd.) Hale, *Lecanora* spp. и др.

Заключение

Разнообразие экологических условий, неплохая сохранность прибрежных лесных сообществ обеспечивают на Кондострове разнообразие местообитаний для лишайников, в том числе для стенотопных, а потому редких и уязвимых видов. На лучше защищенных от северных ветров юго-западном и юго-восточном берегах сохранились старые малонарушенные ельники, избежавшие крупного пожара 1890-х гг., в них сосредоточено основное число редких, охраняемых и биоиндикаторных видов, а также лишайников — индикаторов малонарушенных и длительнопроизводных лесных местообитаний. Кроме уже упомянутых, здесь обнаружены, например, *Calicium viride* Pers., *Chaenotheca brachypoda* (Ach.) Tibell, *Collema furfuraceum* (Arnold) Du Rietz, *Ramalina dilacerata* (Hoffm.) Hoffm. и другие виды, не встреченные в северной части Кондострова и на прилегающих островах. Несомненно, остров Кондостров является настоящей жемчужиной южной части Белого моря, здесь требуется проведение дополнительных исследований, а сам остров заслуживает охраны, например, в ранге комплексного заказника.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Верещагин Г. Ю., Давыдов К. Н., Дьяконов А. М. и др. Олонецкая научная экспедиция. Предварительный отчет о работах 1920 года. Петроград, 1921. Ч. 2. С. 1–41.

Гимельбрант Д. Е., Мусякова В. В., Жубр И. А. Кустистые и листоватые лишайники Керетского архипелага (Белое море) // *Новости систематики низших растений*. СПб., 2001. Т. 34. С. 109–117.

Красная книга Республики Карелия. Белгород: Константа, 2020. 448 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: ТНИ КМК, 2008. 855 с.

Кутенков С. А., Кожин М. Н., Головина Е. О., Стойкина Н. В. Феномен развития «сухих» торфяников островов Белого моря // Поздне- и постгляциальная история Белого моря: геология, тектоника, седиментационные обстановки, хронология: мат-лы всерос. науч. конф. М.: «КДУ»; «Университетская книга», 2018. С. 80–84.

Сахновский Н. Г. Лесная дача острова Кондостров. Архангельск, 1905. 62 с. + карта.

Фадеева М. А. Лишайники // *Материалы инвентаризации природных комплексов и природоохранная оценка территории Чукозеро*. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 59–68, 129–132.

Фадеева М. А., Голубкова Н. С., Витикайнен О., Ахти Т. Конспект лишайников и лихенофильных грибов Республики Карелия. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 194 с.

References

Fadeyeva M. A. Lishayniki // *Materialy inventarizatsii prirodnikh kompleksov i prirodookhrannaya otsenka territorii Chukozero*. Petrozavodsk: KarNTS RAN, 2007. P. 59–68, 129–132.

Fadeyeva M. A., Golubkova N. S., Vitikaynen O., Akhti T. Konspekt lishaynikov i likhenofil'nykh gribov Respubliki Kareliya. Petrozavodsk: KarNTS RAN, 2007. 194 p.

Himmelbrant D. E., Musyakova V. V., Zhubr I. A. Kustistyye i listovatyie lishayniki Keretskogo arhipelaga (Beloye more) // *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*. SPb., 2001. Vol. 34. P. 109–117.

Kutenkov S. A., Kozhin M. N., Golovina Ye. O., Stoykina N. V. Fenomen razvitiya «sukhikh» torfyanikov ostrovov Belogo morya // *Pozdne- i postglyatsial'naya istoriya Belogo morya: geologiya, tektonika, sedimentatsionnyye obstanovki, khronologiya: mat-ly vseros. nach. konf.* M.: «KDU»; «Universitetskaya kniga», 2018. P. 80–84.

Red Data Book of the Republic of Karelia. Belgorod: Constanta, 2020. 448 p.

Red Data Book of the Russian Federation (plants). Moscow: Tovarishchestvo nach. izd. KMK, 2008. 855 p.

Sakhnovskiy N. G. Lesnaya dacha ostrova Kondostrov. Arkhangel'sk, 1905. 62 p.

Vereshchagin G. Yu., Davydov K. N., D'yakonov A. M. i dr. Olonetskaya nauchnaya ekspeditsiya. Predvaritel'nyy otchet o rabotakh 1920 goda. Petrograd, 1921. Ch. 2. P. 1–41.

Статья поступила в редакцию 22.06.2021; одобрена после рецензирования 18.10.2021; принята к публикации 19.10.2021.

The article was submitted 22.06.2021; approved after reviewing 18.10.2021; accepted for publication 19.10.2021

Научная статья
УДК 575.174.015.3
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.015

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ *TULIPA SUAVEOLENS* ROTH В РОССИИ И НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

Татьяна Алексеевна Крицкая, Александр Степанович Кашин
Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Саратов, Россия; kritckaiata@gmail.com

Аннотация

Оценено генетическое разнообразие 216 особей из 22 природных популяций тюльпана *T. suaveolens* России и Казахстана с помощью метода ISSR (Inter Simple Sequence Repeat). Анализ биогеографических закономерностей распределения генетических групп подтвердил рабочую гипотезу о том, что их генезис и расселение связаны с событиями, происходящими во времена Раннехвалынской трансгрессии Каспийского моря и в более позднее время.

Ключевые слова:

ISSR, филогеография, тюльпан, Понто-Каспийский регион

Original article

GENETIC DIVERSITY OF *TULIPA SUAVEOLENS* ROTH IN THE RUSSIA AND ADJACENT TERRITORIES

Tatyana A. Kritskaya, Aleksandr S. Kashin
Saratov State University, Saratov, Russia; kritckaiata@gmail.com

Abstract

In the present article, we evaluated the genetic diversity of 216 specimens from 22 natural *T. suaveolens* localities in the Russia and Kazakhstan using ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) method. The analysis of the biogeographical distributional pattern of the revealed genetic groups supported our hypothesis that the evolution and distribution of *T. suaveolens* were likely affected by the Early Khvalynian transgression of the Caspian Sea and the following time.

Keywords:

ISSR, phylogeography, tulip, Ponto-Caspian region

Введение

Маркеры ISSR используют микросателлитные последовательности, которые по своей природе очень вариабельны, повсеместно распределены по геному и обеспечивают более высокую воспроизводимость по сравнению с другими генетическими маркерами [Costa et al., 2016]. Объектом данного исследования являлся *Tulipa suaveolens* Roth, ареал которого охватывает почти всю Понтийско-Каспийскую степь — от юго-востока Украины до Западного Казахстана [Everett, 2013].

Численность многих популяций сокращается под воздействием антропогенных факторов. Генетическое разнообразие популяций *T. suaveolens* изучалось нами ранее с помощью ISSR-маркеров [Крицкая и др., 2018, Крицкая, Кашин, 2019]. Эти исследования проводились локально, чтобы минимизировать погрешности, возникающие при сравнении большого количества популяций. Тем не менее в пределах территории Нижнего и Среднего Поволжья выявленные генетические группы имели достаточно четкий географический паттерн [Крицкая и др., 2018], совпадающий с границами Раннехвалынской трансгрессии Каспийского моря. Для проверки этой гипотезы мы значительно расширили выборку популяций, прежде всего за счёт расположенных восточнее и юго-западнее относительно исследованной ранее.

Материалы и методы

Сбор материала проводили в 22 естественных популяциях *T. suaveolens* из Астраханской, Волгоградской, Оренбургской, Ростовской, Самарской и Саратовской областей, Краснодарского края, республик Калмыкия и Дагестан, а также из Крыма и Западного Казахстана (табл. 1). Методы выделения ДНК, проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) и получения ISSR-маркеров подробно описаны ранее [Крицкая, Кашин, 2019]. Генетическое разнообразие внутри каждой популяции оценивали с помощью программы POPGene v 1.32. Анализ молекулярной дисперсии (AMOVA) проводили в программе ARLEQUIN 3.5 на основе попарного сравнения образцов с использованием 1000 пермутаций. Предполагая, что отдельные популяции *T. suaveolens* были достаточно долго изолированы друг от друга из-за геологических процессов позднего плейстоцена, мы использовали метод NEW HYBRIDS 3.1.1, который вычисляет апостериорную вероятность того, что каждая особь в выборке принадлежит одному из возможных гибридных классов и не требует предварительной информации о родительских классах [Anderson, Thompson, 2002]. Анализ проводили в соответствии с рекомендациями [Anderson, Thompson, 2002].

Результаты и их обсуждение

Всего в результате ПЦР с десятью ISSR-праймерами получено 250 полиморфных бэндов. Смазанные, блеклые и мономорфные бэнды не учитывались. Длина бэндов варьировала в диапазоне от 300 до 3000 пн. Количество бэндов на праймер варьировало от минимум 14 (UBC851) до максимум 34 (UBC811) со средним числом 25. Параметры генетического разнообразия популяций приведены в таблице. По результатам AMOVA доля изменчивости, которая приходится на межпопуляционные различия, составила всего 36,5 %. Большая часть изменчивости (63,5 %) приходится на внутрипопуляционный полиморфизм. Индекс фиксации (F_{ST}) составил 0,365 ($p < 0,0001$).

Байесовский анализ, реализованный в программе NEW HYBRIDS, выявил как родительские формы, так и гибриды между ними (рис. 1). Согласно NEW HYBRIDS, группа “Pure_0” (первый родитель) содержала, прежде всего, образцы популяций Крымского полуострова, Северо-Западного и Северного Кавказа и севера исследованной территории. Группа “Pure_1” (второй родитель) состояла преимущественно из образцов популяций северо-западной части исследованной территории.

Исследованные популяции *Tulipa suaveolens* и параметры их генетического разнообразия

№	Место сбора	Высота, м над ур. м.	<i>N</i>	<i>NP</i>	% <i>P</i>	<i>N_a</i>	<i>N_e</i>	<i>h'</i>	<i>I</i>
1	Тихая бухта, Коктебель, Крым	52	10	128	51,00	1,510	1,297	0,174	0,262
2	Караларская степь, Керченский п-ов, Крым	46	10	110	43,82	1,438	1,266	0,154	0,230
3	Гора Маркотх, Краснодарский край	472	10	82	32,67	1,326	1,204	0,117	0,173
4	Кабардинка, Краснодарский край	218	10	129	51,39	1,513	1,319	0,185	0,276
5	Новый Гельбах, Дагестан	286	10	116	46,22	1,462	1,259	0,152	0,230
6	Персиановский, Ростовская обл.	49	10	121	48,21	1,482	1,292	0,169	0,252
7	Маньч, Ростовская обл.	18	10	132	52,59	1,525	1,329	0,189	0,282
8	Ремонтное, Ростовская обл.	145	10	119	47,41	1,474	1,292	0,168	0,250
9	Приютное, Калмыкия	14	10	119	47,41	1,474	1,272	0,159	0,240
10	Хулхута, Калмыкия	- 6	10	126	50,20	1,502	1,290	0,169	0,254
11	Цаган-Аман, Калмыкия	- 9	10	151	60,16	1,601	1,283	0,176	0,275
12	Подножье горы Большое Богдо (149,6 м), Астраханская обл.	19	10	128	51,00	1,510	1,312	0,180	0,269
13	Нестеровский, Волгоградская обл.	74	10	110	43,82	1,438	1,245	0,146	0,220
14	Михайловка, Волгоградская обл.	105	10	133	52,99	1,529	1,306	0,182	0,274
15	Гончары, Волгоградская обл.	26	10	132	52,59	1,525	1,295	0,174	0,263
16	Каменка, Саратовская обл.	255	10	119	47,41	1,474	1,252	0,150	0,228
17	Долина, Саратовская обл.	70	10	123	49,00	1,490	1,292	0,169	0,253
18	Цыганский Дол, Саратовская обл.	99	10	112	44,62	1,446	1,271	0,156	0,233
19	Абрамовка, Оренбургская обл.	206	10	88	35,06	1,350	1,229	0,130	0,192
20	Уральск, Западно-Казахстанская обл., Казахстан	111	10	121	48,20	1,482	1,291	0,168	0,251
21	Долинное, Западно-Казахстанская обл., Казахстан	89	10	129	51,39	1,513	1,311	0,181	0,270
22	Озеро Индер, Атырауская обл., Казахстан	2	6	108	43,03	1,446	1,283	0,163	0,242

Примечание. *N* — количество исследованных образцов в популяции; *NP* — количество полученных ISSR-бэндов; % *P* — доля полиморфных фрагментов; *N_a* — среднее наблюдаемое число аллелей; *N_e* — среднее эффективное число аллелей; *h'* — индекс генетического разнообразия Nei; *I* — индекс разнообразия Шеннона.

Гибриды F1 практически отсутствовали. Гибриды F2 были также слабо представлены; Группа “Bx_0” (бэкрессы к “Pure_0”) была самой многочисленной. Популяции с высокой долей этой группы были обнаружены на обширной территории — от Краснодарского края до Западного Казахстана — и преимущественно по затопляемой Раннехвалынской трансгрессией территории. Популяции, содержащие генетическую группу “Bx_1” (бэкрессы к “Pure_1”), в основном были приурочены к северо-западу исследуемой территории.

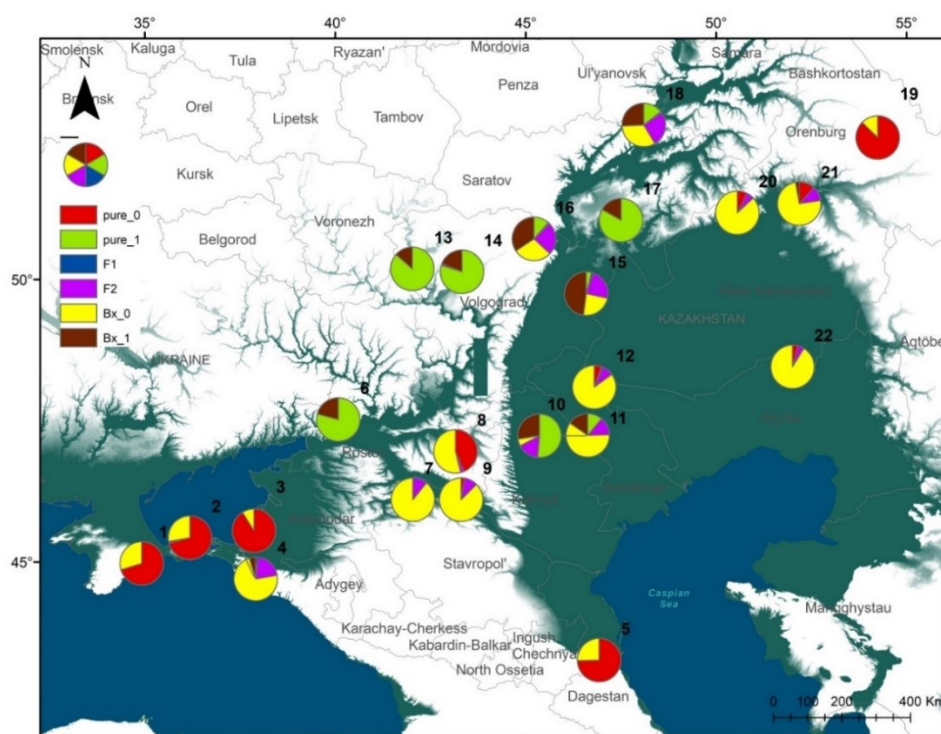


Рис. 1. Распределение генетических групп, идентифицированных программой NEW HYBRIDS. Зеленым цветом выделена территория, затопленная Каспийским морем во время Раннехвалынской трансгрессии (высота 48 м над современным уровнем Мирового океана). Pure 0, Pure 1 — родительские формы; F1 — гибриды первого поколения; F2 — гибриды второго поколения; Bx_0 — бэкрессы к Pure_0; Bx_1 — бэкрессы к Pure_1

В целом по доле полиморфных бэндов исследованные популяции являются высоко полиморфными. Согласно NEW HYBRIDS, родительские генетические формы идентифицируются в основном среди особей популяций, произрастающих за пределами границы затопления Раннехвалынской трансгрессии Каспийского моря. Бэкрессы и гибриды второго поколения выявлены среди особей популяций, расположенных в пределах границы затопления. Исключение составляют популяции № 16 и 18 Саратовской области и № 20 и 21 Казахстана, которые растут выше 48 м над уровнем моря и большинство экземпляров которых идентифицированы как бэкрессы (в основном к первому родителю) или гибриды второго поколения. Примечательно, что указанные популяции расположены по границам территории, затронутой Раннехвалынской трансгрессией Каспийского моря.

Заклучение

Полученные результаты подтверждают нашу гипотезу о том, что популяции, расположенные за пределами границ затопления Раннехвалынской трансгрессией Каспийского моря, являются остатками древних прапопуляций *T. suaveolens*, в то время как популяции в пределах затопления повторно заселили территорию во время и после Енотаевской регрессии с разных сторон территории, не подвергшейся затоплению. При этом расселение *T. suaveolens* с северо-западной части имело менее существенное значение.

Список источников

Крицкая Т. А., Кашин А. С. Оценка генетического разнообразия популяций *Tulipa suaveolens* Волгоградской области // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180, № 4. С. 88–93.

Крицкая Т. А., Кашин А. С., Шанцер И. А., Данилов В. А. Генетическая дифференциация *Tulipa suaveolens* (Liliaceae) на северо-востоке ареала в европейской части России // Ботанический журнал. 2018. № 103. С. 187–200.

Anderson E. C., Thompson E. A. A model-based method for identifying species hybrids using multilocus genetic data // Genetics. 2002. № 160. P. 1217–1229.

Costa R., Pereira G., Garrido I., Tavares-de-Sousa M. M., Espinosa F. Comparison of RAPD, ISSR, and AFLP molecular markers to reveal and classify orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) germplasm variations // PLOS ONE. 2016. № 11. P. e0152972.

Everett D. The Genus Tulipa: Tulips of the World. Kew: Kew Publ, Royal Botanic Gardens. 2013. 380 p.

References

Anderson E. C., Thompson E. A. A model-based method for identifying species hybrids using multilocus genetic data // Genetics. 2002. № 160. P. 1217–1229.

Costa R., Pereira G., Garrido I., Tavares-de-Sousa M. M., Espinosa F. Comparison of RAPD, ISSR, and AFLP molecular markers to reveal and classify orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) germplasm variations // PLOS ONE. 2016. № 11. P. e0152972.

Everett D. The Genus Tulipa: Tulips of the World. Kew: Kew Publ, Royal Botanic Gardens. 2013. 380 p.

Kritskaya T. A., Kashin A. S. Otsenka geneticheskogo raznoobraziya populyatsiy *Tulipa suaveolens* Volgogradskoy oblasti // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. 2019. Vol. 180, No 4. P. 88–93.

Kritskaya T. A., Kashin A. S., Schanzer I. A., Danilov V. A. Genetic differentiation of *Tulipa suaveolens* (Liliaceae) in the north-east of its range in the European part of Russia // Russian botanical journal. 2018. No 103. P. 187–200.

Статья поступила в редакцию 28.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 18.10.2021.

The article was submitted 28.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 18.10.2021.

Научная статья
УДК 574.9(582.542.1)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.016

БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ *POA GLAUCA* VAHL (*POACEAE*)

Марина Владимировна Олонова¹, Robert J. Soreng²

¹Томский государственный университет, Томск, Россия, olonova@list.ru

²Smithsonian Institution, Washington, USA

Аннотация

Уточнено распространение агрегата *Poa glauca* и составлена цифровая карта его распространения. Для выявления однородности трех евразийских рас проведен анализ количественных признаков по методу главных компонент и сравнение частот состояний трех основных качественных признаков, характеризующих разнообразие внутри агрегата *P. glauca*. Не выявлено различий по количественным признакам, но установлены различия в частотах качественных признаков. Эти различия могут быть обусловлены гибридизацией с разными местными видами.

Ключевые слова:

анализ главных компонент, изменчивость, злаки

Благодарности:

работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 19-04-00973 и Научного фонда имени Д. И. Менделеева Томского государственного университета.

Original article

BOTANICAL-GEOGRAPHICAL RESEARCH OF *POA GLAUCA* VAHL (*POACEAE*)

Marina V. Olonova¹, Robert J. Soreng²

¹Tomsk State University, Tomsk, Russia, olonova@list.ru

²Smithsonian Institution, Washington, USA

Abstract

The distribution of the *Poa glauca* aggregate has been specified and a digital map of its distribution has been compiled. An analysis of quantitative characters using the principal component analysis was carried out and a comparison of the frequencies of the states of some qualitative character states were undertaken to identify the morphological homogeneity of the three Eurasian races. These studies did not reveal differences in quantitative traits, but found differences in the frequencies of qualitative traits. These differences may be caused by hybridization with different native species.

Keywords:

Principal Component Analysis, variability, grasses

Acknowledgments:

this work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 19-04-00973) and D. I. Mendeleev Science Foundation of Tomsk State University.

Выявление биоразнообразия требует его адекватного отражения в региональных флорах в виде системы соподчиненных таксономических категорий, чтобы полученные данные были доступны для практического использования. Как известно, многие таксоны проявляют склонность к гибридизации и апомиксису, что приводит к образованию разного рода гибридогенных комплексов [Грант, 1984; Камелин, 2005; Stebbins, 1950 и др.], состоящих из популяций разного, в большинстве случаев неясного, статуса и родства. Систематики, в зависимости от принимаемой ими концепции, рассматривают эти комплексы или как политипические виды, или как агрегаты.

В роде мятлик (*Poa* L.), являющемся одним из наиболее крупных родов внетропических злаков [Soreng et al., 2017], наиболее сложным представляется агрегат *Poa glauca*. Базовый вид агрегата — *Poa glauca* Vahl — был описан в 1790 г. из Скандинавии. По мнению Н. Н. Цвелева [1972], это деспециализированный вид гибридного происхождения, вобравший в себя генотипы представителей по меньшей мере двух секций — *Stenopoa* Dumort. и *Abbreviatae* Nannf. По всей вероятности, это обстоятельство, а также гибридизация с другими видами секции обусловили крайний полиморфизм, который проявляется как на протяжении всего ареала, так и в отдельных популяциях [Цвелев, 1976; Soreng, 2007 и др.], и наличие нескольких кариологических рас [Цвелев, 1976; Пробатова, 2007; Soreng, 2007].

Такой полиморфизм послужил причиной описания множества видов, морфологически близких к *P. glauca*, взаимоотношения между которыми не вполне ясны, однако, по мнению Н. Н. Цвелева [1976], большинство из них являются лишь синонимами. Только с территории бывшего СССР их было описано по меньшей мере четырнадцать. Три вида (подвида, в соответствии с принятой политипической концепцией) отмечаются на территории Северной Америки [Soreng, 2007]. Некоторые из этих видов, несмотря на слабую морфологическую дифференциацию, заслуживают внимания и до получения данных об их истинном родстве и статусе временно рассматриваются в пределах единого агрегата *P. glauca*.

Будучи распространенным в высокогорьях и высоких широтах, *P. glauca* имеет обширный, но фрагментированный ареал. Некоторые мелкие его фрагменты разбросаны по высоким горным системам Евразии: Пиренеям, Альпам, Карпатам, встречаются на Кавказе, в высокогорных системах Японии, Тайваня, Индии, Мексики и даже Южной Америки [Hulten, 1971]. Для уточнения распространения этого вида были использованы гербарные материалы и заслуживающие доверия литературные источники, содержащие точечные карты распространения [Цвелев, 1964; Пробатова, 1985; Олонова, 2016; Поспелова, Поспелов, 2007]. На основании этих данных была составлена цифровая карта распространения *P. glauca* (рис. 1).

Н. Н. Цвелев [1972] полагал, что фрагментация ареала *P. glauca* была вызвана плейстоценовыми миграциями. Некоторые фрагменты, например южноамериканский, давно и значительно изолированы, другие, такие как северосибирский и южносибирский, сообщаются между собой по гольцам Южной Сибири. Самые большие фрагменты находятся в Северной Сибири, Северной Америке, Скандинавии и горных системах Центральной и Средней Азии. В настоящее время выделяется пять наиболее ярких фрагментов — скандинавский, северосибирский, южносибирско-центральноазиатский, североамериканский и южноамериканский. Несмотря на такой широкий ареал, все эти расы строго приурочены к холодному климату Арктики или высокогорий, но в течение геологически значимого периода развивались изолировано.

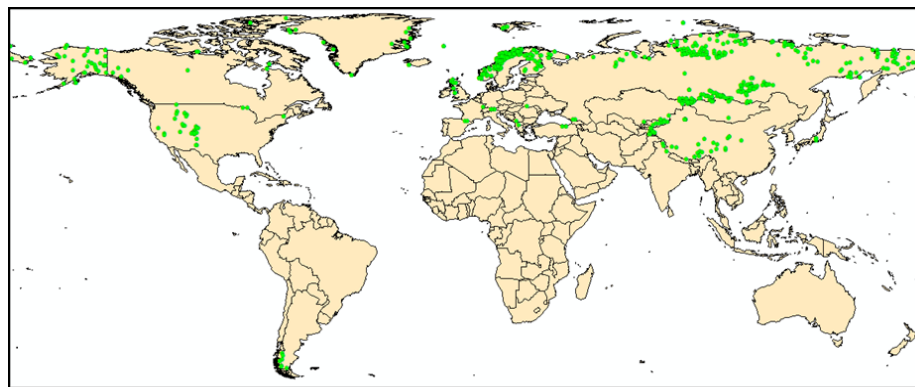


Рис. 1. Распространение *Poa glauca*

Чтобы выяснить, привела ли продолжительная географическая изоляция к изоляции морфологической, было проведено сравнительно-морфологическое исследование разных рас *P. glauca*. Для начала было исследовано три расы евразийского континента (скандинавская, северосибирская и южносибирская) с объемом выборок 119, 70 и 206 особей соответственно. Для выявления возможных морфологических различий между тремя исследованными географическими расами *P. glauca* методом главных компонент было проанализировано двадцать количественных признаков: высота растения, длина от основания до верхнего узла, длина от верхнего узла до основания метелки, длина влагалища верхнего листа, длина пластинки верхнего листа, ширина пластинки верхнего листа, длина язычка верхнего листа, длина метелки, ширина метелки, число веточек в нижнем ярусе метелки, длина наибольшей веточки метелки, число колосков на наибольшей веточке метелки, число цветков в колоске, длина колоска, длина верхней колосковой чешуи, ширина верхней колосковой чешуи, длина нижней колосковой чешуи, ширина нижней колосковой чешуи¹, длина нижней цветковой чешуи, ширина нижней цветковой чешуи. Анализ всего массива данных показал целостность материала и приблизительное совпадение центров трех исследованных географических рас. На графике разброса точек (рис. 2) видно, что северосибирская и южносибирская расы варьируют приблизительно в одних и довольно широких пределах, в то время как разброс объектов скандинавской выборки оказался намного уже, т. е. скандинавская раса оказалась более выровненной по проанализированным морфологическим признакам.

Известно, что изменчивость количественных признаков обусловлена, главным образом, условиями существования, в то время как качественные признаки отражают генетическую изменчивость и разнообразие. Для выявления однородности рас было проведено сравнение изменчивости частот трех основных качественных признаков, характеризующих разнообразие внутри агрегата *P. glauca*: поверхности оси колоска (два состояния), поверхности каллуса нижней цветковой чешуи (два состояния) и поверхности нижней цветковой чешуи между жилками (три состояния). Анализ не выявил полной морфологической изоляции ни по одному из признаков, но показал наметившиеся различия. На графике соотношения частот состояний признаков в разных расах (рис. 3) заметно отличие

¹ Поскольку и колосковые, и цветковые чешуи у мятликов килеватые, измеряется ширина сложенной чешуи.

скандинавской расы по признаку поверхности оси колоска (более 60 % имело опушенную ось колоска, в то время как у других рас этот показатель не превышал 10 %) и по характеру поверхности нижней цветковой чешуи. Большинство скандинавских особей имело нижние цветковые чешуи, голые между жилками, в то время как в северосибирских и южносибирских расах более 70 % особей имели хотя бы слабо выраженное опушение. На территории Северной Сибири густое опушение между жилками было зарегистрировано у половины образцов.

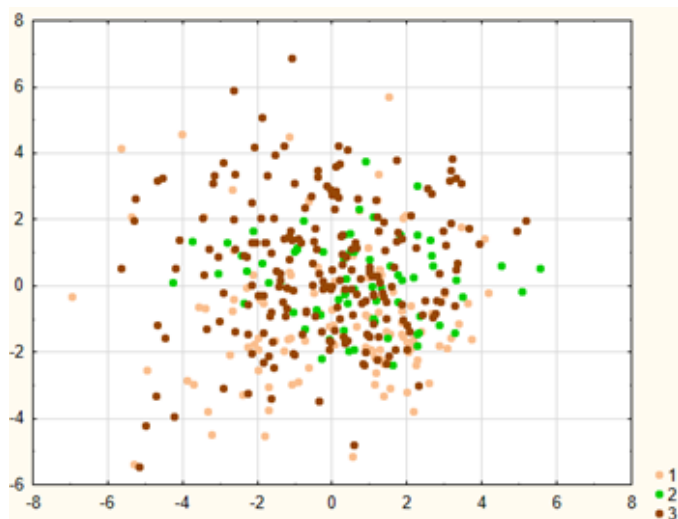


Рис. 2. Проекция объектов выборок из трех географических рас *Poa glauca* в осях I (ось абсцисс) и II (ось ординат) главных компонент:
1 — Скандинавия; 2 — Северная Сибирь; 3 — Южная Сибирь



Рис. 3. Частота встречаемости состояний основных качественных признаков в трех расах *Poa glauca*: скандинавской (СК), северосибирской (СС) и южносибирской (ЮС)

Выявленные различия могут быть объяснены прежде всего гибридизацией исходного морфотипа *P. glauca*: с *P. nemoralis* L. — в Скандинавии, с *P. arctica* R. Br. и (или) *P. abbreviata* R. Br. — в Приполярной Сибири и с *P. attenuata* Trin. — в Южной Сибири.

Список источников

Грант В. Видообразование у растений. М.: Мир, 1984. 528 с.
Камелин Р. В. Новая Флора Алтая (задачи и концепция новой флористической сводки) // Флора Алтая. Т. 1. Барнаул: АзБука, 2005. С. 7–22.

- Олонова М. В.* Род мятлик (*Poa* L.) во флоре Сибири. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2016. 360 с.
- Поспелова Е. Б., Поспелов И. Н.* Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий. М., 2007. Ч. 1. 477 с.
- Пробатова Н. С.* Семейство мятликовые или злаки // Сосудистые растения Советского Дальнего Востока. Л., 1985. Т. 1. С. 89–382.
- Цвелев Н. Н.* *Poa* L. — Мятлик // Арктическая флора СССР. М.; Л., 1964. Вып. 2. С. 112–162.
- Цвелев Н. Н.* О значении гибридационных процессов в эволюции злаков (Poaceae) // История флоры и растительности Евразии. Л., 1972. С. 5–16.
- Цвелев Н. Н.* Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.
- Hulten E.* Atlas of the distribution of the vascular plants in Nowestern Europe. Ed. 2. Stockholm, 1971. 515 p.
- Soreng R. J.* *Poa* L. The Bluegrass // Flora of North America north of Mexico. 2007. Vol. 24. P. 486–601.
- Soreng R. J., Peterson P. M., Romaschenko K.* et al. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) II: An update and comparison of two 2015 classifications // Journal of Systematics and Evolution. 2017. Vol. 55, № 4. P. 259–290.
- Stebbins G. L.* Variation and evolution in plants. New York, 1950. 643 p.

References

- Grant V.* Vidoobrazovaniye u rasteniy. M.: Mir, 1984. 528 p.
- Hulten E.* Atlas of the distribution of the vascular plants in Nowestern Europe. Ed. 2. Stockholm, 1971. 515 p.
- Kamelin R. V.* Novaya Flora Altaya (zadachi i kontseptsiya novoy floristicheskoy svodki) // Flora Altaya. Т. 1. Barnaul: AzBuka, 2005. P. 7–22.
- Olonova M. V.* Rod myatlik (*Poa* L.) vo flore Sibiri. Tomsk: Izd-vo Tomskogo un-та, 2016. 360 p.
- Pospelova E. B., Pospelov I. N.* Flora sosudistykh rasteniy Taymyra i sopredel'nykh territoriy. M., 2007. Vol. 1. 477 p.
- Probatova N. S.* Semeystvo myatlikovyye ili zlaki // Sosudistyye rasteniya Covetskogo Dal'nego Vostoka. L., 1985. Vol. 1. P. 89–382.
- Soreng R. J.* *Poa* L. The Bluegrass // Flora of North America north of Mexico. 2007. Vol. 24. P. 486–601.
- Soreng R. J., Peterson P. M., Romaschenko K.* et al. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) II: An update and comparison of two 2015 classifications // Journal of Systematics and Evolution. 2017. Vol. 55, № 4. P. 259–290.
- Stebbins G. L.* Variation and evolution in plants. New York, 1950. 643 p.
- Tsvelev N. N.* O znachenii gibridizatsionnykh protsessov v evolyutsii zlakov (Poaceae) // Istoriya flory i rastitel'nosti Yevrazii. L., 1972. P. 5–16.
- Tsvelev N. N.* *Poa* L. — Myatlik // Arkticheskaya flora SSSR. M.; L., 1964. Iss. 2. P. 112–162.
- Tsvelev N. N.* Zlaki SSSR. L.: Nauka, 1976. 788 p.

Статья поступила в редакцию 03.06.2021; одобрена после рецензирования 04.08.2021; принята к публикации 11.10.2021.

The article was submitted 03.06.2021; approved after reviewing 04.08.2021; accepted for publication 11.10.2021.

Научная статья

УДК 58.006

doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.017

АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК ЗАНОСНЫХ ВИДОВ ЗАПОВЕДНИКА «ЮГАНСКИЙ» (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

**Татьяна Степановна Переясловец¹, Елена Анатольевна Звягина^{1, 2, 3},
Анна Сергеевна Байкалова¹**

¹Государственный заповедник «Юганский», Сургутский район, село Угут;
pvm16@yandex.ru

²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва,
Россия; mycena@yandex.ru

³Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

Аннотация

С целью выявления заносных видов на территории заповедника «Юганский» (Западная Сибирь) обследованы кордоны, стационары и прилегающая к ним территория. Выявлено 44 вида заносных растений из 40 родов и 18 семейств; 26 видов впервые приведены для заповедника. Наибольшим числом видов представлены семейства *Poaceae* (8), *Rosaceae* (7) и *Asteraceae* (6). Из них 17 видов были интродуцированы в процессе возделывания приусадебного участка на научном стационаре. Расселения интродуцированных видов не выявлено, однако габитус, регулярное цветение и плодоношение большинства обследованных растений говорят об их высокой жизнеспособности в новых условиях. Многолетние огородные растения, такие как земляника, лук-батун, малина, сокращают занимаемую площадь под давлением местных луговых видов. Приведен аннотированный список видов с информацией о месте находки, растительном сообществе, дате наблюдения, коллекторе, номере образца в гербарии заповедника (если образец сохранился), а также приведена ссылка на литературный источник (если находка вида в этой точке ранее была опубликована).

Ключевые слова:

адвентивные виды растений, заповедники, средняя тайга, Западная Сибирь

Original article

ANNOTATED LIST OF NON-NATIVE PLANTS OF THE YUGANSKIY NATURE RESERVE (WESTERN SIBERIA)

Tatyana S. Pereyaslovets¹, Elena A. Zvyagina^{1, 2, 3}, Anna S. Baykalova¹

¹Yuganskiy Nature Reserve, Surgut District, Village of Ugut; pvm16@yandex.ru

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; mycena@yandex.ru

³Surgut State University, Surgut, Russia

Abstract

In order to identify alien plant species on the territory of the Yuganskiy Nature Reserve (Western Siberia), cordons, stations and the adjacent territory were examined where in total 44 species from 40 genera, 18 families, 14 orders, 2 classes were identified. 26 species are new for the Yuganskiy Nature Reserve. The largest number of species is represented in the families *Poaceae* (8), *Rosaceae* (7) and *Asteraceae* (6). Of these, 17 species were introduced during the use of the research station. Dispersal of introduced species was not revealed. However, the habit, regular flowering and fruiting of most of the examined plants indicate their high vitality in the new ecological conditions.

Perennial garden plants such as strawberries, spring onions, raspberries reduce their area under the pressure of local meadow species. An annotated list of species is given, containing information about the place of discovery, ecological conditions of growth, date of observation, observer or collector, and the collection number of the specimen in the herbarium of the Yuganskiy Nature Reserve.

Keywords:

non-native plant species, nature reserves, middle taiga, Western Siberia

Введение

Заповедник «Юганский» организован в 1982 г. в левобережной части широтного течения реки Оби, в междуречье Большого и Малого Юганов, на месте участка болотно-таежного ландшафта площадью 648,6 тыс. га. Растительность этой территории представлена коренными темнохвойными лесами с доминированием кедра на водораздельных поверхностях и ели и пихты — в долинах рек, а также вторичными сосновыми и темнохвойно-мелколиственными лесами. Заболоченность территории составляет 30 %. Преобладают верховые грядово-мочажинные болота. На территории заповедника в настоящее время выявлено 332 вида сосудистых растений [Летопись..., 2020]. Ботанические исследования на территории заповедника были начаты в 1985 г. Списки видов сосудистых растений опубликованы в работах А. С. Байкаловой [2003, 2005], в том числе было указано восемнадцать видов адвентивной флоры.

До момента организации заповедника хозяйственная деятельность была ограничена охотой и рыболовством единичных семей местных жителей. Для местного населения были характерны сезонные переезды на короткие расстояния внутри ограниченного охотничьего участка. Лесоустройства на территории заповедника не проводилось, поэтому занос растений до начала 1980-х гг. можно считать незначительным. В 1980-х гг. территория была пройдена геофизическими просеками. К ним приурочена часть отмеченных ранее заносных видов [Байкалова, 2003]. В период существования заповедника хозяйственная деятельность велась на кордонах и стационарах в бассейне реки Негус-Ях в шести точках, в бассейне реки Большой Юган — в десяти точках, в бассейне реки Малый Юган — в одиннадцати точках. Площади, занятые под кордоны и стационары, не превышают одного гектара, включая вертолетные площадки. Негусьяхский стационар является единственным местом в заповеднике, где в течение ряда лет велась интродукция видов дикой и культурной флоры в процессе возделывания огородного участка и выращивания овощей для сотрудников стационара. Кроме однолетних огородных видов, которые не включены в данный обзор, здесь были высажены многолетние виды, большинство из которых цветут и завязывают семена.

Целью данной работы была актуализация сведений о заносных видах растений на территории заповедника «Юганский».

Материалы и методы

Материалом исследования послужили гербарные сборы и наблюдения сотрудников заповедника с 1985 по 2020 гг. Образцы были собраны в бассейнах Негусьях, Малый Юган, Вуяны и Колкоченьягун на территории заповедника и в двухкилометровой охранной зоне по периметру заповедника. Сборы большинства адвентивных видов, за исключением нескольких отдельных находок, были сделаны на территории и в окрестностях научных стационаров «Негусьяхский» (среднее течение реки Негусьях) и «Вуяны» (среднее течение

реки Вуяны). Оба стационара расположены на территории заповедника. Образцы растений хранятся в гербарии заповедника [Zvyagina, 2021]. Гербарные листы доступны в электронном формате на сайте <http://www.ugansky.ru/activities/scientific/collections/>. В работе приведен аннотированный список растений, сгруппированный по способу их появления: I. Интродуцированные виды; II. Непреднамеренно занесенные виды. В каждой группе виды приведены в алфавитном порядке. Систематика представлена по GBIF Backbone Taxonomy [GBIF Secretariat, 2021] с изменениями на 4 августа 2021 г. Аннотации содержат информацию о месте находки (бассейн реки, описание местонахождения), растительном сообществе, дате наблюдения, коллекторе, номере образца в гербарии заповедника (если образец сохранился), а также ссылку на литературный источник (если находка вида в этой точке ранее была опубликована. Все гербарные образцы, приведенные в данной работе, определены А. С. Байкаловой.

Результаты

В заповеднике и двухкилометровой буферной зоне установлено произрастание 44 заносных видов растений из 42 родов и 18 семейств. Наибольшим числом видов представлены семейства *Poaceae* (8), *Asteraceae* (7) и *Rosaceae* (7).

I. Интродуцированные виды

Allium fistulosum L. — лук-батун. Негусьяхский стационар, посажен на огороде, сокращает площадь посадки, 08.2019, Звягина Е. А.

Allium nutans L. — лук-слизун. Негусьяхский стационар, растет на заброшенном огороде, цветет и завязывает семена. Популяция занимает стабильную площадь, самосев не отмечен, 08.2019, Звягина Е. А.

Amelanchier canadensis L. — ирга канадская. Негусьяхский стационар. Завезена с Алтая. Плодоносит. Самосев не отмечен, 08.2019, Звягина Е. А.

Crataegus sanguinea Pall. — боярышник кроваво-красный. Негусьяхский стационар. Выращен из семян, присланных с Сахалина. Три куста высотой 4 м. Цветёт и плодоносит, 08.2019, Звягина Е. А.

Fragaria × ananassa (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozie — земляника садовая. Негусьяхский стационар, Звягина Е. А., август 2019; кордон «Лунгунигый», 09.2020. Звягина Е. А.; охранный зона заповедника, бассейн реки Малый Юган, кордон Вуяны, возле избы, 07.2019. Звягина Е. А. Посажена на огородах. Сокращает площадь посадки.

Hypericum perforatum L. — зверобой продырявленный. Негусьяхский стационар. Выращен из семян. Растет небольшой куртинкой, самосев не отмечен, 08.2019, Звягина Е. А.

Iris sibirica L. — ирис сибирский. Негусьяхский стационар, клумба. Завезен в середине 1990-х гг. с юга Западной Сибири, цветет, самосев не отмечен, 08.2019, Звягина Е. А.

Lilium pilosiusculum (Freyn) Misch. — лилия саранка. Негусьяхский стационар, клумба. Вид местной флоры. В бассейне реки Негусьях в естественных условиях не встречается. На стационар луковицы завезены в конце 1980-х гг. с реки Колкоченьягун. Регулярно цветет, имеет мощный габитус, завязывает семена, 08.2019, Звягина Е. А.

Malus sp. — яблоня. Негусьяхский стационар. Выросла из семени. Дерево высотой до 3 м. Цветет и плодоносит, 08.2019, Звягина Е. А.

Narcissus poeticus L. — нарцисс белый (поэтический). Негусьяхский стационар, клумба. Завезён как декоративное растение. Луковицы часто поедаются мышевидными грызунами, 08.2019, Звягина Е. А.

Paeonia anomala L. — пион Марьин корень. Негусьяхский стационар. Завезен в конце 1980-х гг. с юга Западной Сибири. Цветет, самосев не отмечен, 08.2019, Звягина Е. А.

Quercus robur L. — дуб черешчатый. Негусьяхский стационар, пустошь. Выращен из желудя. Периодически повреждается лосями, но выживает, 08.2019, Звягина Е. А.

Rheum undulatum L. — ревень обыкновенный. Негусьяхский стационар. Высажен на огороде. Семена объедаются птицами, самосев не отмечен, 08.2019, Звягина Е. А.

Rosa rugosa Thunb. — шиповник морщинистый. Негусьяхский стационар. Выращен из семян, присланных с Сахалина. Крупный куст высотой 1,2 м, цветет и завязывает плоды, периодически обмерзает по уровень снега. Самосев не отмечен, 08.2019, Звягина Е. А.

Rubus idaeus L. — малина. Негусьяхский стационар. Посажена на огороде. После прекращения эксплуатации участка сокращает площадь посадки, 08.2019, Звягина Е. А.

Syringa josikaea J. Jacq. ex Rchb. — сирень венгерская. Негусьяхский стационар. Посажена на краю огорода. Не обмерзает, достигает 3–4 м в высоту. Самосев не отмечен, 08.2019, Звягина Е. А.

Trollius asiaticus L. — купальница азиатская. Негусьяхский стационар. Завезена в середине 1990-х гг. с юга Западной Сибири. Цветет, самосев не отмечен, 08.2019, Звягина Е. А.

II. Непреднамеренно занесенные виды

Achillea millefolium L. — тысячелистник обыкновенный. Стационар «Вуяаны», вблизи жилья, 02.08.1988; среднее течение реки Негусьях, склон коренного берега, 18.08.1998 [Байкалова, 2003].

Alopecurus pratensis L. — лисохвост луговой. Охранная зона заповедника, бассейн реки Малый Юган, деревня Тюмкины, на лугу около жилья, 06.08.2003, Байкалова А. С., №1033.

Angelica decurrens (Ledeb.) В. Fedtsch. — дудник низбегающий. Негусьяхский стационар, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Arctium tomentosum Mill. — лопух войлочный. Негусьяхский стационар, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Armoracia rusticana P. Gaertn, В. Mey. & Scherb. — хрен обыкновенный. Кордон «Лунгунигый», пустошь возле построек, 15.07.2020, Переясловец Т. С.

Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. — пастушья сумка обыкновенная. Территория заповедника, на кордонах и стационарах, вблизи жилья [Байкалова, 2003]; охранная зона заповедника, бассейн реки Малый Юган, деревня Тюмкины, луговина у домов, 06.08.2003, Байкалова А. С., №1129.

Chenopodium album L. — марь белая. Негусьяхский стационар, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Dactylis glomerata L. — ежа сборная. Негусьяхский стационар, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv. — щучка дернистая. Стационар «Вуяяны», на вырубке; охранный зона заповедника, кордон «Бисаркины», на вырубке [Байкалова, 2003].

Elymus fibrosus (Schrenk) Tzvelev — пырейник волокнистый. Негусьяхский стационар, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Erigeron acris L. — мелколепестник едкий. Стационар «Вуяяны», вблизи жилья, 09.1992 [Байкалова, 2003].

Erysimum cheiranthoides L. — желтушник лакфиолевидный. Стационар «Вуяяны», вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Fallopia convolvulus (L.) Á. Löve — гречишка вьюнковая. Негусьяхский стационар, на огороде [Байкалова, 2003].

Galeopsis bifida Voenn. — пикульник двунадрезный. Территория заповедника, бассейн реки Малый Юган, кордон «Маальях», около жилья, 01.08.2003, Байкалова А. С., № 1034; Негусьяхский стационар, на огороде, в зарослях бузины у избушек, 22.08.1997, Байкалова А. С., № 802.

Geum aleppicum Jacq. — гравилат алеппский. Территория заповедника, бассейн реки Малый Юган, кордон «Маальях», около жилья, 01.08.2003, Байкалова А. С., № 1017.

Matricaria discoidea DC. — ромашка пахучая. Территория заповедника, на кордонах и стационарах, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Matricaria recutita L. var. *recutita* — ромашка ободранная. Негусьяхский стационар, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Phalaris canariensis L. — канаречник канарский, устье реки Печпаньях, около избушки лесоустроителей, 05.09.1987, Байкалова А. С., № 456.

Phleum pratense L. — тимopheвка луговая. Территория заповедника, бассейн реки Колкоченьягун, кордон «Восточный», около дома, 11.09.2005, Байкалова А. С., № 1266.

Poa angustifolia L. — мятлик узколистный. Охранный зона заповедника, бассейн реки Негусьях, кордон «Бисаркины», на вырубке (вертолетная площадка) у тропы, 21.07.1998, Байкалова А. С., № 1182; территория заповедника, устье реки Печ-Пан-Ях, прирусловая пойма, 17.08.1986, Байкалова А. С., № 968; стационар «Вуяяны», на старой зарастающей вырубке [Байкалова, 2003].

Poa annua L. — мятлик однолетний, Территория заповедника, на кордонах и стационарах, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Polygonum aviculare L. — спорыш птичий. Территория заповедника, на кордонах и стационарах, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Sonchus arvensis L. — осот полевой. Негусьяхский стационар, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Spergula arvensis f. *sativa* (Voenn.) Bonnier — торица полевая. Негусьяхский стационар, на огороде [Байкалова, 2003].

Taraxacum officinale Weber ex Wiggins — одуванчик лекарственный. Негусьяхский стационар, вблизи жилья и на геофизическом профиле [Байкалова, 2003].

Trifolium pratense L. — клевер луговой. Негусьяхский стационар, вблизи жилья [Байкалова, 2003].

Trifolium repens L. — клевер ползучий. Стационар «Вуяяны», вблизи жилья, 11.07.2004, Байкалова А. С., № 1216 (как *Amoria repens* (L.) C. Presl).

Заключение

Наибольшее число находок адвентивных видов приурочено к окрестностям Негусьяхского стационара (33). Шесть находок сделаны в окрестностях стационара «Вуяяны», расположенного на территории заповедника в среднем течении реки Вуяяны. Отдельные находки сделаны на кордонах в бассейне реки Малый Юган, в зоне проживания местного населения. В основном заносные виды отмечены вблизи жилья, на пустошах, заброшенных огородах, тропинках. Ряд видов произрастали в нарушенных сообществах, на вырубках вертолетных площадок (*Deschampsia cespitosa*, *Poa angustifolia*) и геофизических профилях конца 1970-х гг. (*Taraxacum officinale*). *Achillea millefolium* единично был отмечен на склоне коренного берега реки. *P. angustifolia* встречен в прирусловой пойме в центральной (наиболее труднодоступной) части заповедника.

Состояние обследованных посадок интродуцированных видов позволяет сделать вывод о неактивности в расселении большинства интродуцентов. Габитус и регулярное цветение говорят об их высокой жизнестойкости в новых условиях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Байкалова А. С. Сосудистые растения заповедника «Юганский» // Биологические ресурсы и природопользование. Сургут: Дефис, 2003. Вып. 6. С. 46–69.

Байкалова А. С. Дополнения к флоре Юганского заповедника // Биологические ресурсы и природопользование. Сургут: Дефис, 2005. Вып. 8. С. 28–31.

Летопись природы. Книга 34. 2019 г. Научный отчет. Угут, 2020. 360 с.

Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука, 1985. 251 с.

GBIF Secretariat. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset, 2021. URL: <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2021-05-15.

Zvyagina E. Herbarium of Yuganskiy State Nature Reserve. Version 1.21. Yuganskiy State Nature Reserve. Occurrence dataset, 2021. URL: <https://doi.org/10.15468/yf8tj7> accessed via GBIF.org on 2021-05-22.

References

Baykalova A. S. Dopolneniya k flore Yuganskogo zapovednika // Biologicheskiye resursy i prirodopol'zovaniye. Surgut: Defis, 2005. Iss. 8. P. 28–31.

Baykalova A. S. Sosudistyeye rasteniya zapovednika «Yuganskiy» // Biologicheskiye resursy i prirodopol'zovaniye. Surgut: Defis, 2003. Iss. 6. P. 46–69.

GBIF Secretariat. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset, 2021. URL: <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2021-05-15.

Letopis' prirody. Kniga 34. 2019 year. Nauchnyy otchet. Ugut, 2020. 360 p.

Rastitel'nyy pokrov Zapadno-Sibirskoy ravniny. Novosibirsk: Nauka, 1985. 251 p.

Zvyagina E. Herbarium of Yuganskiy State Nature Reserve. Version 1.21. Yuganskiy State Nature Reserve. Occurrence dataset, 2021. URL: <https://doi.org/10.15468/yf8tj7> accessed via GBIF.org on 2021-05-22.

Статья поступила в редакцию 28.05.2021; одобрена после рецензирования 05.08.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 28.05.2021; approved after reviewing 05.08.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 581.9:502.7(470.22)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.018

О ФЛОРЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ОЛОНЕЦКИЙ» (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Алексей Васильевич Кравченко^{1, 2}

¹Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук,
Петрозаводск, Россия; alex.kravchen@mail.ru

²Отдел комплексных научных исследований Карельского научного центра
Российской академии наук, Петрозаводск, Россия

Аннотация

Олонецкий заказник, расположенный в Южной Карелии, учрежден в 1986 г. на площади 27 тыс. га. Выявлено 447 видов сосудистых растений, в том числе 372 (83,2 %) аборигенных и 75 (16,8 %) адвентивных. Наибольшей флористической оригинальностью отличаются береговые дюны и песчаные пляжи Ладожского озера, а также топи с черной ольхой в понижениях между древними береговыми валами. Встречаются охраняемые виды *Festuca sabulosa*, *Hypopitys monotropa*, *Jovibarba globifera*, *Oenanthe aquatica* и *Viola stagnina*. Семь видов подлежат бионадзору. Опасения вызывает расселение агрессивного инвазивного вида *Rosa rugosa*.

Ключевые слова:

особо охраняемая природная территория, сосудистые растения, охраняемые виды, чужеродные виды

Благодарности:

финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Карельского научного центра Российской академии наук (№ 0185-2021-0016).

Original article

ON VASCULAR FLORA OF THE OLONETSKY FEDERAL NATURE RESERVE (REPUBLIC OF KARELIA)

Aleksey V. Kravchenko^{1, 2}

¹Forest Research Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy
of Sciences, Petrozavodsk, Russia; alex.kravchen@mail.ru

²Department of Complex Scientific Research of the Karelian Research Centre
of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

Abstract

Olonetsky Nature Reserve (Zakaznik), located in Southern Karelia, was established in 1986 in an area of 27000 hectares. Surveys have detected 447 species of vascular plants, including 372 (83,2 %) native and 75 (16,8 %) alien ones. The shore dunes and sandy beaches of Lake Ladoga, as well as black alder swamps in depressions between ancient levees harbored the most distinctive flora. *Festuca sabulosa*, *Hypopitys monotropa*, *Jovibarba globifera*, *Oenanthe aquatica*, and *Viola stagnina* are red-listed in Karelia; seven more species are in need of monitoring. The spread of the aggressive invasive species *Rosa rugosa* is of particular concern.

Keywords:

nature protected area, vascular plants, red-listed species, alien species

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (0185-2021-0016).

Введение

Государственный природный заказник федерального значения «Олонецкий» площадью 27 тыс. га учрежден Приказом Главного управления охотничьего хозяйства и заповедников при Совете Министров РСФСР № 68 от 20 февраля 1986 г. (как зоологический) в результате преобразования с некоторым увеличением площади существовавшего здесь ранее регионального охотничьего заказника «Обжанский». Распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2008 г. № 2055-р он передан в ведение Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации с изменением статуса «зоологический» на «природный». Заказник выполняет функцию обширной буферной зоны государственного природного заповедника «Нижне-Свирский», к которому примыкает с севера, и в оперативном управлении которого находится. Знание о природных комплексах заказника, организация действенной охраны его территории важны для выполнения заповедником своих функций.

Флора заказника практически не отражена в ботанической литературе. В годы Второй мировой войны самый юг заказника был посещен финским натуралистом I. Hustich, который указал на произрастание здесь двенадцати широко распространенных видов [Hustich, 1945a]. Отдельная публикация [Hustich, 1945b] посвящена неморальному виду — клену остролистному (*Acer platanoides* L.), находящемуся здесь на северной границе распространения. В связи с тем что на современной территории федерального заказника ранее существовал региональный ботанический заказник «Болото Сегежское», учрежденный для охраны крупноплодной формы клюквы обыкновенной (*Vaccinium oxycoccos* L.) [Антипин, Токарев, 1991], в литературе [Белоусова, 1987; Хохлова и др., 2000] упоминаются некоторые обычные виды олиготрофных болот, встречающиеся в Сегежском болотном массиве. Основной целью настоящей работы было обобщение сведений о флоре сосудистых растений природного заказника, охраняемого на федеральном уровне.

Материалы и методы

Рекогносцировочные флористические исследования, проведенные нами на территории заказника в 1996 г., выявили 385 видов сосудистых растений [Гнатюк и др., 2003]. Список видов опубликован не был, но находки некоторых видов были учтены в обобщающей сводке о флоре региона [Кравченко, 2007]. Обследование территории было продолжено в 2012–2013 гг. Работы проводились маршрутным методом, маршруты закладывались таким образом, чтобы по возможности обеспечить неоднократное посещение всех встречающихся на территории заказника биотопов. Собранный материал — около 450 листов — хранится в гербарии Карельского научного центра РАН, город Петрозаводск (PTZ).

Результаты

На территории заказника выявлено 447 видов сосудистых растений, в том числе 372 (83,2 % от общего количества) аборигенных и 75 (16,8 %) адвентивных.

Видовое богатство локальной флоры имеет средний для южной части Карелии показатель [Гнатюк и др., 2003], уступая таким центрам повышенного фиторазнообразия, как Северо-Западное Приладожье, Заонежье, крайний юго-восток республики, где число аборигенных видов в локальных флорах достигает 400–500, а иногда и более. Значительно больше видов (622) выявлено на смежной территории, в заповеднике «Нижне-Свирский» [Абрамова и др., 2020], но следует учитывать, что его площадь почти в два раза больше, значительно разнообразнее набор биотопов, особенно водных и прибрежных по реке Свири, история проведения интенсивных флористических исследований берет начало еще в середине XIX в. [Столярская и др., 2004]. Особый интерес представляют виды растений, встречающиеся на территории заказника и пока не зафиксированные в заповеднике «Нижне-Свирский», но находка которых там в будущем вероятна. Например, такие аборигенные виды, как *Eriophorum latifolium* Норре и *Neottia ovata* (L.) Bluff & Fingerh., обнаруженные на евтрофном елово-березовом травяно-сфагновом болоте в основании моренной гряды в центральной части заказника. Это небольшое по площади болото отличается представительным набором видов, характерных для данного типа сообществ. Учитывая, что болотные массивы на территории заказника в 1960–1980-е гг. были подвергнуты почти тотальной гидромелиорации, данное болото можно признать особо ценным природным объектом. Из других типов растительных сообществ заказника наиболее оригинальными являются: ивняки на береговых дюнах, сложенные *Salix acutifolia* Willd.; ивняки в верхней части песчаных пляжей, где к указанному виду примешиваются *Salix gmelinii* Pall., *S. triandra* L. и *S. viminalis* subsp. *rossica* (Nasarow) Tzvelev; реликтовые для берегов пресноводного водоема сообщества приморских псаммофитов в верхней части песчаных пляжей (*Calamagrostis meinshausenii* (Tzvelev) Viljasoo, *Lathyrus maritimus* Bigelow, *Leymus arenarius* (L.) Hochst., *Tripleurospermum subpolare* Pobed.); черноольховые и елово-черноольховые топи в понижениях между древними береговыми валами, число которых на некоторых участках побережья может достигать 15–20. В каждом из перечисленных типов биотопов встречаются виды растений, характерные только для них.

Список охраняемых видов [Красная..., 2020], выявленных в заказнике, не очень обширен — пять видов, но достаточно специфичен. Только здесь, в Карелии, в естественных сообществах отмечен *Jovibarba globifera* (L.) J. Parn. (категория 4 (DD)). Вид известен по литературным данным [Elfving, 1878], место произрастания точно не указано, повторные наблюдения отсутствовали, в связи с чем он включен в региональную Красную книгу как вид с неопределенным статусом. На смежной территории Ленинградской области вид известен в одном пункте [Столярская и др., 2004], вблизи границы заказника и заповедника. Именно из этих мест F. Elfving привез живые растения в Финляндию для интродукции; вид быстро и легко натурализовался в условиях Фенноскандии и успешно освоил многочисленные скальные обнажения. В настоящее время *J. globifera* нередка в Северо-Западном Приладожье и Южной Финляндии [Кравченко, 2007; Lampinen, Lahti, 2019].

Еще одним примечательным видом является *Festuca sabulosa* (Anderss.) H. Lindb. (категория 3 (NT)), изредка встречающийся на береговых дюнах. Среди россыпей валунов по берегам Ладожского озера в двух пунктах отмечена *Viola stagnina* Kit. ex Schult. (категория 3 (NT)), снижающая численность по всему

ареалу. Вид *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. (категория 3 (NT)) пока был обнаружен на песчаных пляжах вблизи кромки воды в составе эфемеретума на отмели. Так как состав, как и наличие самого участка с эфемеретумом, определяется гидрологическим режимом Ладожского озера с существенными колебаниями уровня воды, вид, вероятно, подвержен сильной динамике численности. В 2018 г., когда уровень воды в Ладожском озере был максимально высоким, пионерная растительность эфемеретума была полностью уничтожена. Вид *Hypopitys monotropa* Crantz (категория 3 (NT)), характерный для сосновых лесов зеленомошной группы, известен только в одном пункте, но в составе многочисленной популяции, занимающей значительную площадь.

Бионадзору подлежат *Scirpus radicans* Schkuhr, *Juncus balticus* Willd., *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Salix acutifolia*, *S. viminalis* subsp. *rossica* и *Salix triandra*. Такие виды, как *Salix acutifolia*, *S. viminalis* subsp. *rossica* и *Scirpus radicans*, при подготовке новой редакции Красной книги Карелии [2020] были переведены из списка нуждающихся в охране в список видов, подлежащих бионадзору, во многом из-за полученных новых данных об их встречаемости на территории заказника «Олонецкий».

Несмотря на ограничения по природопользованию, принятые в заказнике, адвентивная флора представлена хорошо. Это объясняется многовековой историей антропогенного освоения территории. Прибрежные леса на протяжении нескольких веков подвергались рубкам. В XVI–XVIII вв. здесь существовала Габанова пустынь [Кожевникова, 2009]. Начиная с 1910 г. функционирует маяк с подсобным хозяйством. В послевоенное время возникло поселение лесозаготовителей Васильевский Бор, ликвидированное в 1974 г. после полного исчерпания лесосырьевой базы. Из видов, которые вполне натурализовались на месте бывшего поселения, можно упомянуть *Aquilegia vulgaris* L., *Aronia × mitschurinii* A. K. Skvortsov & Maitul., *Fragaria ananassa* (Weston) Duchesne ex Rozier. В прибрежной полосе Ладожского озера есть несколько построенных до учреждения заказника дачных участков, в том числе с огородами, которые обеспечивают постоянный современный занос чужеродных видов. Но подавляющее большинство видов вне мест заноса не отмечено. Опасения вызывает спонтанно появившийся инвазивный вид *Rosa rugosa* Thunb., который впервые зафиксирован около двадцати лет назад на песчаных берегах Ладожского озера и известен сейчас в двух пунктах, в одном из которых уже сформировал заросль площадью более 20 кв. м. Учитывая крайне агрессивный характер этого вида, проявленный на песчаном побережье Ботнического и Финского заливов Балтийского моря [Kunttu, Kunttu, 2017], следует предпринять меры по его уничтожению, тем более что в 2018–2019 гг. вид был обнаружен и в заповеднике «Нижне-Свирский» [Абрамова и др., 2020].

Заключение

Флора заказника является типичной для южной части Карелии с точки зрения видового состава и соотношения аборигенной и адвентивной фракций. Специфику флоре придают виды, встречающиеся на песчаных дюнах и пляжах по берегам Ладожского озера. В региональную Красную книгу внесены пять видов, еще семь подлежат бионадзору.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Абрамова Л. А., Волкова П. А., Зубкова М. А., Тихомиров Н. П. Сосудистые растения Нижне-Свирского заповедника (аннотированный список) // Флора и фауна заповедников. СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2020. Вып. 139. 94 с.

Антипин В. К., Токарев П. Н. Охраняемые болота Карелии. Петрозаводск, 1991. 47 с.

Белюсова, Н. А. Развитие охраняемого природного фонда Карелии и его современное состояние: препринт-докл. на заседании Учен. Совета Ин-та леса 26 сент. 1987 г. Петрозаводск, 1987. 52 с.

Гнатюк Е. П., Кравченко А. В., Крышень А. М. Сравнительный анализ локальных флор южной Карелии // Тр. Карельского НЦ РАН. Вып. 4. Биogeография Карелии (флора и фауна таежных экосистем). Петрозаводск, 2003. С. 19–29.

Кожевникова Ю. Н. Монастыри и монашество Олонецкой епархии во второй половине XVIII — начале XX века. Петрозаводск: Изд-во Спасо-Кижского Патриаршего Подворья, 2009. 304 с.

Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 403 с.

Красная книга Республики Карелия. Белгород: Константа, 2020. 448 с.

Столярская М. В., Баранова Е. В., Тихонова О. А. Флора Нижне-Свирского заповедника. Вып. 1. Сосудистые растения. СПб.: БИН РАН, 2004. 122 с.

Хохлова Т. Ю., Антипин В. К., Токарев П. Н. Особо охраняемые природные территории Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 312 с.

Elfvig F. Anteckningarom vegetationen kring floden Svir // Meddel. Soc. Fauna Fl. Fenn. 1878. Hf. 2. S. 113–170.

Hustich I. Ergänzungen zur Flora des Gebietes Kuutilahti am Swir (Fern-Karelien) // Mem. Soc. Fauna Fl. Fenn. 1945a. T. 20. S. 104–107.

Hustich I. Über die Nordgrenze Ahorns (*Acer platanoides* L.) in Fern-Karelien // Mem. Soc. Fauna Fl. Fenn. 1945b. T. 20. S. 95–104.

Kunttu P., Kunttu S.-M. Distribution and habitat preferences of the invasive alien *Rosa rugosa* (Rosaceae) in Archipelago Sea National Park, SW FINLAND // Polish Bot. J. 2017. Vol. 62. Is. 1. P. 99–115. DOI: 10.1515/pbj-2017-0009

Lampinen, R., Lahti T. Kasviatlas 2018. Helsingin Yliopisto, Luonnontieteellinen keskusmuseo. Helsinki: Levinneisyyskartat osoitteessa, 2019. URL: <http://koivu.luomus.fi/kasviatlas>.

References

Abramova L. A., Volkova P. A., Zubkova M. A., Tikhomirov N. P. Sosudistyeye rasteniya Nizhne-Svirskogo zapovednika (annotirovanny spisok) // Flora i fauna zapovednikov. SPb.: Tsentr gumanitarnykh initsiativ, 2020. Iss. 139. 94 p.

Antipin V. K., Tokarev P. N. Protected swamps of Karelia. Petrozavodsk, 1991. 47 p.

Belousova N. A. Razvitiye okhranyayemogo prirodnogo fonda Karelii i yego sovremennoye sostoyaniye: preprint-dokl. na zasedanii Uchen. Soveta In-ta lesa 26 sent. 1987 g. Petrozavodsk, 1987. 52 p.

Elfvig F. Anteckningarom vegetationen kring floden Svir // Meddel. Soc. Fauna Fl. Fenn. 1878. Hf. 2. S. 113–170.

Gnatyuk E. P., Kravchenko A. V., Kryshen A. M. Comparative analysis of local floras of southern Karelia // Biogeography of Karelia (flora and fauna of boreal ecosystems). Proc. of Karelian Research Centre RAS. Petrozavodsk, 2003. P. 19–29.

Hustich I. Ergänzungen zur Flora des Gebietes Kuuttilahti am Swir (Fern-Karelien) // Mem. Soc. Fauna Fl. Fenn. 1945a. T. 20. S. 104–107.

Hustich I. Über die Nordgrenze Ahorns (*Acer platanoides* L.) in Fern-Karelien // Mem. Soc. Fauna Fl. Fenn. 1945b. T. 20. S. 95–104.

Khokhlova T. Yu., Antipin V. K., Tokarev P. N. Osobo okhranyayemye prirodnyye territorii Karelii. Petrozavodsk: KarNTS RAN, 2000. 312 p.

Kozhevnikova Yu. N. Monastyri i monashestvo Olonetskoy yeparkhii vo vtoroy polovine XVIII — nachale KHKH veka. Petrozavodsk: Izd-vo Spaso-Kizhskogo Patriarshego Podvor'ya, 2009. 304 p.

Kravchenko A. V. Konspekt flory Karelii. Petrozavodsk: KarNTS RAN, 2007. 403 p.

Kunttu P., Kunttu S.-M. Distribution and habitat preferences of the invasive alien *Rosa rugosa* (Rosaceae) in Archipelago Sea National Park, SW FINLAND // Polish Bot. J. 2017. Vol. 62. Is. 1. P. 99–115. DOI: 10.1515/pbj-2017-0009

Lampinen, R., Lahti T. Kasviatlas 2018. Helsingin Yliopisto, Luonnontieteellinen keskusmuseo. Helsinki: Levinneisyyskartat osoitteessa, 2019. URL: <http://koivu.luomus.fi/kasviatlas>.

Red Data Book of the Republic of Karelia. Belgorod: Constanta, 2020. 448 p.

Stolyarskaya M. V., Baranova E. V., Tikhonova O. A. Flora Nizhne-Svirskogo zapovednika. Vyp. 1. Sosudistyye rasteniya. SPb.: BIN RAN, 2004. 122 p.

Статья поступила в редакцию 05.06.2021; одобрена после рецензирования 05.08.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 05.06.2021; approved after reviewing 05.08.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья

УДК 58:579:004.65(100)

doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.019

ПЕРСПЕКТИВЫ УЧАСТИЯ БОТАНИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ ИНСТИТУТА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КРИОЛИТОЗОНЫ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК В МЕЖДУНАРОДНЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

*Елена Ивановна Троева, Елена Ильинична Иванова,
Роман Романович Софронов, Виктор Александрович Габышев,
Ангелина Алексеевна Егорова, Надежда Константиновна Сосина,
Елена Васильевна Софронова, Елена Николаевна Порядина,
Татьяна Сергеевна Коробкова, Евгений Георгиевич Николин,
Любовь Иннокентьевна Копырина, Анна Петровна Иванова,
Иван Иванович Чикидов, Айталина Павловна Ефимова,
Вера Гаврильевна Исакова, Надежда Софроновна Данилова,
Светлана Михайловна Сабарайкина, Людмила Васильевна Кузнецова,
Елена Павловна Постникова*

*Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения
Российской академии наук, Якутск, Россия; troeva.e@gmail.com*

Аннотация

Рассматриваются перспективы публикации в международных базах данных (МБД) GBIF и Arctic Vegetation Archive (AVA) ботанических коллекций Института биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук (ИБПК СО РАН). Дается характеристика данных по растительности и флоре, коллекциям гербария и ботанического сада и их готовность для размещения в МБД в ближайшей перспективе. Отмечается возможность публикации метаданных для неоцифрованных коллекций.

Ключевые слова:

ИБПК СО РАН, международные базы данных, ботанические коллекции, GBIF, AVA

Original article

OUTLOOK OF INSTITUTE FOR BIOLOGICAL PROBLEMS OF CRYOLITHOZONE OF THE SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES CONTRIBUTION IN THE FORM OF BOTANICAL DATA TO INTERNATIONAL DATABASES

*Elena I. Troeva, Elena I. Ivanova, Roman R. Sofronov, Viktor A. Gabyshev,
Angelina A. Egorova, Nadezhda K. Sosina, Elena V. Sofronova, Elena N. Poryadina,
Tatyana S. Korobkova, Eugene G. Nikolin, Lyubov I. Kopyrina, Anna P. Ivanova,
Ivan I. Chikidov, Aytalina P. Efimova, Vera G. Isakova, Nadezhda S. Danilova,
Svetlana M. Sabaraikina, Lyudmila V. Kuznetsova, Elena P. Postnikova
Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian Branch of the
Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia, troeva.e@gmail.com*

© Троева Е. И., Иванова Е. И., Софронов Р. Р., Габышев В. А., Егорова А. А., Сосина Н. К., Софронова Е. В., Порядина Л. Н., Коробкова Т. С., Николин Е. Г., Копырина Л. И., Иванова А. П., Чикидов И. И., Ефимова А. П., Исакова В. Г., Данилова Н. С., Сабарайкина С. М., Кузнецова Л. В., Постникова Е. П., 2021

Abstract

The paper deals with possible contribution of botanical data of the Institute for Biological Problems of Cryolithozone SA RAS to such international databases (ID) as GBIF and Arctic Vegetation Archive. Collected data on flora and vegetation, as well as herbarium and botanical garden collections are characterized, and their promptness for publication in ID is evaluated. Non-digital data are possible to be published as metadata.

Keywords:

IBPC SB RAS, international databases, botanical collections, GBIF, AVA

Проблема открытой публикации мировых данных по биоразнообразию была поставлена еще в 1992 г. в рамках Международной конвенции о биоразнообразии (www.cbd.int). С развитием современных технологий и широким доступом к глобальной сети «Интернет» вопрос о совместном использовании результатов научных исследований по биоразнообразию стал технически вполне разрешимым. В разных странах, в том числе и в России, начали активно формироваться базы данных и системы, содержащие информацию о разнообразии биологических объектов разного уровня (от образцов биоматериалов до характеристик экосистем).

Ботанические материалы по Якутии практически не представлены в информационных системах по биоразнообразию, и мы считаем, что ИБПК СО РАН может внести значимый вклад в международное сотрудничество. На сегодняшний день мы рассматриваем возможность участия в двух проектах — глобальная информационная система по биоразнообразию GBIF (www.gbif.org), созданная на основе межправительственных соглашений как научная инфраструктура, и Arctic Vegetation Archive (AVA; www.caff.is/flora-cfg/arctic-vegetation-archive-ava), созданный по инициативе рабочей группы по сохранению арктического биоразнообразия Арктического совета.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН был основан в 1952 г. Исследования направлены на изучение структурной организации, механизмов устойчивости и продуктивности экосистем Северо-Востока Евразии, на разработку научных основ сохранения биоразнообразия, охрану и оптимизацию использования биологических ресурсов криолитозоны. Как часть внутренней структуры института на территории города Якутска функционирует Якутский ботанический сад. Гербарий ИБПК СО РАН зарегистрирован в Index Herbariorum под акронимом SASU.

При попытке оценить объем накопленного ботанического материала за почти семидесятилетнюю историю института мы столкнулись с проблемой формализации данных, размещенных в полевых дневниках, работавших ранее сотрудников, в рукописных (или машинописных) отчетах, доступ к большинству из которых затруднен. Прежде всего это касается геоботанических данных.

Тем не менее сохранилось определенное количество форм описаний растительности с середины 1970-х гг. Они составляют основу фитоценоария, инициаторами которого были известные геоботаники В. Н. Андреев и В. И. Перфильева. В фонде хранится около 2700 штук бланков геоботанических описаний растительности арктической, центральнаякутской и западной частей республики; около 4200 штук бланков характеристик оленьих пастбищ арктических районов Якутии. Из них порядка 1000 описаний сделаны в ходе аэродесантных исследований растительности по морскому побережью и на Новосибирских островах. Фитоценоарий содержит также полевые дневники

и иллюстративные материалы. Все указанные материалы находятся на раннем этапе систематизации — сортировка произведена в основном по районам исследований и частично по типу растительности и формациям (арктические районы Якутии, тундровая часть). Начата оцифровка описаний путем занесения их в базу Turboveg for Windows [Hennekens, Schaminée, 2001] (рис. 1).

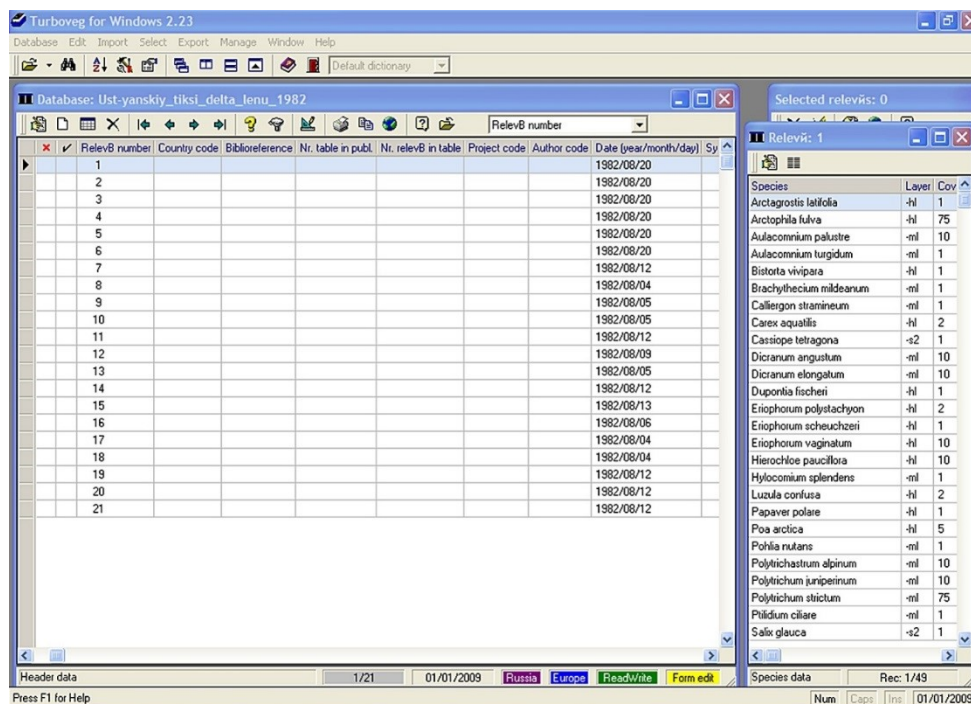


Рис. 1. Оцифрованные в системе Turboveg for Windows описания растительности дельты реки Лены, сделанные в 1982 г.

Современный этап (с начала 2000-х гг.) характеризуется появлением компьютерной техники, и определенная часть описаний хранится в личных архивах сотрудников института в формате файлов MS Word и Excel. Тем не менее точное количество сделанных описаний на момент подготовки статьи оценить трудно. Более-менее ясная картина складывается с изученностью Арктического региона. В начале 2000-х гг. геоботаниками института проведены исследования на отдельных территориях тундровой зоны Якутии (низовья рек Анабар, Лены, Яны, Индигирки и Колымы). Более двухсот геоботанических описаний ждут оцифровки. С 2009 г. все описания арктической растительности (порядка 600 штук) имеют координатную привязку и хранятся в личных архивах в формате Excel или Turboveg. Часть описаний 2011–2014 гг., собранных специалистами ИБПК и Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (бассейны рек Анабар, Индигирки и Колымы), опубликованы как основа для эколого-флористической классификации тундровой растительности [Телятников и др., 2013, 2014, 2015, 2017].

Таким образом, на сегодня 133 описания из бассейна реки Индигирки уже опубликованы в AVA. Более четырехсот описаний тундровой растительности

современного периода готовы к размещению в данной базе. К опубликованным в печати описаниям планируется открытый доступ.

Более ясная картина складывается по флористическим работам. Списки флор высших сосудистых растений, мхов, лишайников и водорослей регулярно пополняются и публикуются в печати. Именно опубликованные списки мы планируем загрузить в виде наборов данных GBIF, так как они проходят предпечатную подготовку и жесткое рецензирование, таким образом, сводится к минимуму риск технических и содержательных ошибок и повышается качество загружаемых данных. Для занесения в GBIF в виде чек-листов (*checklist data*) минимальная техническая подготовка требуется списку видов высших сосудистых растений Якутии — 2163 таксона [Определитель..., 2020]. Имеются также списки флор по крупным регионам: Арктическому региону — 796 таксонов [Егорова, 2016], Юго-Западной Якутии — 1153 таксона [Егорова, 2013], Центральной Якутии — 1008 видов [Захарова, 2014], сорным растениям Якутии — 154 вида [Николин, 2016], флоре Верхоянского хребта — 900 таксонов [Николин, 2013]. Имеется множество публикаций по локальным флорам высших сосудистых растений для разных районов Якутии.

Флора мхов Якутии насчитывает на сегодня 597 видов. База данных размещена в виде Excel-таблиц, в которых указаны инвентарный номер в гербарии SASU, подробная этикетка места сбора с указанием координат, наличие спорофита и т. д. Из них для публикации чек-листов готовы списки по горным районам Восточной Якутии и другим районам республики [Иванова и др., 2005; Isakova, 2010; Игнатов и др., 2019]. Отдельно будут публиковаться интересные сборы мхов, выполненные геоботаниками, из них готова к публикации в GBIF коллекция И. Д. Кильдюшевского с верховьев Вилюя, насчитывающая 296 образцов [Иванова, 2009].

Из флоры печеночников для публикации чек-листов готовы списки по всей Якутии [Софронова, 2005], а также уточненные списки (174 вида) по сборам Е. В. Софроновой в горных системах Северо-Востока Якутии [Софронова, 2003; Sofronova, 2018 и др.].

Список флоры лишайников Якутии, готовый для публикации в GBIF (формат Excel) [Порядина, 2005], охватывает основную часть лишайнофлоры — 713 таксонов. Сборы последних лет ожидают занесения в локальную базу данных.

Первая полная сводка по видовому составу водорослей Якутии [Васильева-Кралина и др., 2005] содержит 3124 таксона. В ней представлена информация по бассейнам тринадцати основных рек региона, а также по флоре Новосибирских островов. В работе учтены данные по альгофлоре в целом, без разделения на местообитания (планктон, обрастания, бентос). Эта информация в настоящее время хранится и в цифровом виде в форме таблицы Excel.

Результаты современных (2005–2011 гг.) гидробиологических исследований двенадцати крупнейших рек Восточной Сибири (Лены, Колымы, Оленёка, Индигирки, Анабара, Яны и их главных притоков) включают 1637 таксонов [Габышев, Габышева, 2018]. Данные организованы в две связанные таблицы Excel и включают информацию о видовом составе фитопланктона, его численности, биомассе, размерных характеристиках клеток водорослей, а также о химическом составе воды (всего 28 показателей). В качестве дополнительных факторов среды обитания фитопланктона массив данных содержит климатические показатели, гидрологические и морфометрические сведения о реках.

А. П. Ивановой и Л. И. Копыриной с 1996 по 2019 гг. собрано и проанализировано порядка 1800 проб из водных экосистем Якутии, испытывающих антропогенную нагрузку [Васильева-Кралина и др., 1997; Копырина, 2014, 2018]. С 2010 по 2018 гг. собрано 1020 образцов по альгофлоре крупнейших и уникальных озер Якутии (Лабынкыр, Ниджили и др.) [Bessudova et al., 2019; Firsova et al., 2020; Коругина et al., 2020], высокогорных озер Верхоянского хребта [Potarova et al., 2014] и водоемов субарктической тундры [Копырина и др., 2021]. Видовой состав альгофлоры, численность и биомасса отражены в таблицах Word.

Отдельным массивом данных в виде таблицы Excel представлены гидробиологические материалы о водоемах и водотоках Усть-Ленского природного заповедника начиная с 1970-х гг. (698 таксонов) [Габышев и др., 2019]. Материалы по альгофлоре могут быть представлены как в виде чек-листов, так и в виде данных о находках (*occurrence data*).

К последнему типу GBIF-публикаций будут отнесены и гербарные коллекции института (SASY), где хранится более 93000 гербарных образцов и проб водорослей с дублетным и обменным фондами. Из них порядка 4000 проб водорослей, 750 гербарных образцов афиллофоровых грибов, около 5000 гербарных пакетов лишайников, около 2000 — печеночников, более 16000 мхов и 55468 гербарных листов высших сосудистых растений. Из последних на сегодняшний день оцифровано 41657 этикеток, содержащих информацию по таксономии, району сбора и экотопической привязке, ценозу, субстрату, а также имена коллектора и определившего вид. Ждут оцифровки данные по географическим координатам, высоте, природной зоне и высотному поясу, а также по жизненной форме по Раункиеру. Коллекция листостебельных мхов SASY хранится в общероссийской бриологической базе данных Arctoa [The database..., 2017].

Сборы печеночников с Верхоянского хребта представлены почти 2500 образцами с 1998 по 2018 гг. С более труднодоступной системы хребта Черского собрано порядка 550 образцов за 2003, 2012 и 2018 гг. (часть сборов передана и учтена в гербарном фонде института). Для каждого вида приводятся сведения по таксономии. Уточняется географическое положение мест произрастания и высотная поясность. Приводится характеристика местообитаний, рельеф, увлажнение, обилие, дата сбора, наличие репродуктивных органов и сопутствующие виды.

В качестве чек-листа будет выставлен последний каталог интродуцентов Якутского ботанического сада [Каталог..., 2012, 2018], прошедших интродукционное испытание в 1950–2017 гг. Информация включает название растения, год поступления и район происхождения (более 1000 таксонов). Отдельным набором данных планируется опубликовать списки диких родичей культурных растений Якутии [Дикие..., 2013] и охраняемых природных территорий [Дикие..., 2014], а также каталог семян, предлагаемых в обмен ботаническим садом в 2020–2023 гг. [Николаева и др., 2020].

Отметим, что в статье указан не весь объем ботанической информации, накопленный за период деятельности института, включая последние годы, а лишь те наборы данных, которые мы готовы опубликовать в GBIF в ближайшем будущем. Для описания тех наборов данных, которые на данный момент не оцифрованы и недоступны в Интернете, GBIF предлагает опцию

опубликования метаданных. Таким образом, предоставляется возможность заявить международному сообществу о существовании ценной ботанической информации по Якутии, накопленной в течение нескольких десятилетий.

Наша задача сегодня не только накопление и анализ данных по флоре и растительности Якутии, но и сохранение научного ботанического наследия самого крупного и уникального по своим природно-климатическим характеристикам региона России, внесение своего вклада в глобализацию ботанической науки. По итогам опубликования данных в международных информационных системах по биоразнообразию мы ожидаем качественного перехода на более высокий уровень результатов научной деятельности института через увеличение числа международных проектов и публикаций в высокорейтинговых изданиях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Байков К. С., Ермаков Н. Б., Колчанов Н. А. Электронные коллекции и проблемы биоразнообразия // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: мат-лы 2-й Всеросс. научн. конф. Протвино, 2000. С. 58–65.

Васильева-Кралина И. И., Ремигайло П. А., Габышев В. А., Пшенникова Е. В., Иванова А. П., Копырина Л. И. Водоросли // Разнообразие растительного мира Якутии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. С. 150–272.

Васильева-Кралина И. И., Иванова А. П., Пшенникова Е. В. Состав и динамика развития водорослей озер г. Якутска и его окрестностей (среднее течение р. Лены) // Альгология. Киев, 1997. Т. 7, № 1. С. 30–34.

Габышев В. А., Габышева О. И. Фитопланктон крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири. Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2018. 416 с.

Габышев В. А., Царенко П. М., Иванова А. П. Водоросли устьевой области реки Лена // Биоресурсы Усть-Ленского заповедника: Грибы, водоросли, растительность, рыбы, птицы, овцебыки. Новосибирск: Наука, 2019. С. 14–35.

Дикие родичи культурных растений Якутии / Н. С. Данилова, Т. С. Коробкова, В. В. Семенова. Новосибирск: Наука, 2013. 34 с.

Дикие родичи культурных растений Якутии и их охрана / Н. С. Данилова, Т. С. Коробкова, В. В. Семенова и др. Новосибирск: Наука, 2014. 232 с.

Егорова А. А. Сосудистые растения Юго-Западной Якутии. Новосибирск: Наука, 2013. 203 с.

Егорова А. А. Конспект флоры Арктической Якутии: Сосудистые растения. Новосибирск: Наука, 2016. 188 с.

Захарова В. И. Разнообразие сосудистых растений Центральной Якутии. Новосибирск: Наука, 2014. 180 с.

Иванова Е. И. К флоре мхов верхнего течения р. Вилюй (Западная Якутия) // Новости сист. низш. раст., 2009. Т. 43. С. 337–351.

Иванова Е. И., Игнатова Е. А., Игнатов М. М., Золотов В. И., Кривошапкин К. К. Разнообразие растительного мира Якутии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. С. 105–125.

Игнатов М. С., Игнатова Е. А., Иванова Е. И. Флора мхов Якутии — некоторые итоги исследований последних лет // Современная наука

о растительности: тез. докл. Всеросс. конф., посв. 90-летию каф. геоботаники биологического ф-та МГУ. М.: МГУ, 2019. С. 97–98.

Каталог растений Якутского ботанического сада / Н. С. Данилова, П. С. Егорова, С. М. Сабарайкина и др. Новосибирск: Наука, 2012. Т. 1. 160 с.

Каталог растений Якутского ботанического сада / Т. С. Коробкова, П. А. Павлова, Н. С. Данилова и др. Новосибирск: Наука, 2018. Т. 2. 76 с.

Копырина Л. И. Эпифитные водоросли озер долины Туймаада (Центральная Якутия). Новосибирск: Наука, 2014. 100 с.

Копырина Л. И. Видовой состав и структура альгофлоры // Криоэкосистемы бассейна реки Алазеи. Новосибирск: Академическое изд-во «ГЕО», 2018. С. 29–41.

Копырина Л. И., Генкал С. И., Ремизайло П. А. Диатомовые водоросли водоемов субарктической тундры // Биология внутренних вод. 2021. № 2. С. 107–114. DOI: 10.31857/S0320965221020091

Кузнецова Л. В., Захарова В. И. Конспект флоры Якутии: Сосудистые растения. Новосибирск: Наука, 2012. 265 с.

Николаева О. А., Коробкова Т. С., Соколова Н. Н. Список семян XXII, предлагаемых в обмен Ботаническим садом ИБПК СО РАН в 2020–2023 гг. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2020. 28 с.

Николин Е. Г. Конспект флоры Верхоянского хребта. Новосибирск: Наука, 2013. 248 с.

Николин Е. Г. Сорные растения Якутии: наиболее опасные и агрессивные элементы флоры. Новосибирск: Наука, 2016. 264 с.

Определитель высших растений Якутии / Е. А. Афанасьева, К. С. Байков, А. А. Бобров и др. М.: Т-во научных изданий КМК; Новосибирск: Наука, 2020. 896 с.

Порядина Л. Н. Лишайники // Разнообразие растительного мира Якутии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. С. 126–149.

Софронова Е. В. Печеночные мхи якутской части Восточного Верхоянья: дис. канд. биол. наук. Якутск; СПб., 2003. 235 с.

Софронова Е. В. Печеночные мхи // Разнообразие растительного мира Якутии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. С. 92–104.

Телятников М. Ю., Троева Е. И., Гоголева П. А., Черосов М. М., Пестрякова Л. А., Пристяжнюк С. А. Синтаксономия тундровой и луговой растительности района среднего и нижнего течения реки Анабар (Арктическая часть Якутии) // Растительный мир Азиатской России. 2013. № 1 (11). С. 65–85.

Телятников М. Ю., Лащинский Н. Н., Троева Е. И., Пристяжнюк С. А., Гоголева П. А., Черосов М. М., Пестрякова Л. А. Разнообразие растительности низовой реки Колымы (тундровая зона Якутии) // Turczaninowia. 2014. № 17 (4). С. 79–122.

Телятников М. Ю., Троева Е. И., Пристяжнюк С. А., Гоголева П. А., Черосов М. М., Пестрякова Л. А. Растительность низовой р. Индигирки (равнинные и горные тундры) // Turczaninowia. 2015. Т. 18, № 4. С. 128–168.

Телятников М. Ю., Троева Е. И., Пристяжнюк С. А., Черосов М. М. Растительность западной части кряжа Прончищева и прилегающей равнины (подзона арктических тундр Якутии) // Turczaninowia. 2017. Т. 20, вып. 3. С. 72–94. DOI: 10.14258/turczaninowia.20.3.8

Bessudova A. U., Tomberg I. V., Firsova A. D., Kopyrina L. I., Likhoshway Y. V. Silica-scaled chrysophytes in lakes Labyntkyr and Vorota, of the Sakha (Yakutia) Republic, Russia // Nova Hedwigia. 2019. Vol. 148. P. 35–48. DOI: 10.1127/nova-suppl/2019/049

Firsova A. D., Bessudova A. U., Kopyrina L. I., Likhoshway Y. V. Chrysophycean stomatocysts from two unique lakes of Yakutia (Russia) // *Phytotaxa*. 2020. Vol. 474 (3). P. 197–217. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.474.3.1>

Hennekens S. M., Schaminée J. H. J. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data // *J. Veg. Sci.* 2001. Vol. 12 (4). P. 589–591. <http://dx.doi.org/10.2307/3237010>

Isakova V. G. Materials to study the moss flora of the Yana-Adycha plateau (North-east Yakutia) // *Arctoa*. 2010. Vol. 19. P. 175–182.

Kopyrina L. I., Firsova A. D., Rodionova E. V., Zakharova Y. R., Bachenkhaeva M. V., Usoltseva M. V., Likhoshway Y. V. The insight into diatom diversity, ecology, and biogeography of an extreme cold ultraoligotrophic Lake Labyntyr at the Pole of Cold in the northern hemisphere // *Extremophiles*. 2020. <https://doi.org/10.1007/s00792-020-01181-1>

Potapova M. G., Hamilton P. B., Kopyrina L. I., Sosina N. K. New and rare diatom (Bacillariophyta) species from a mountain lake in Eastern Siberia // *Phytotaxa*. 2014. Vol. 156 (3). P. 100–116.

Sofronova E. V. A contribution to the liverwort flora of the Upper Course of Indigirka River, East Yakutia // *Arctoa*. 2018. Vol. 27, № 2. P. 157–163.

The Database of the Moss Flora of Russia // *Arctoa*. 2017. Vol. 26 (1). P. 1–10. doi: 10.15298/arctoa.26.01

References

Baykov K. S., Yermakov N. B., Kolchanov N. A. Elektronnyye kollektzii i problemy bioraznoobraziya // Elektronnyye biblioteki: perspektivnyye metody i tekhnologii, elektronnyye kollektzii: mat-ly 2-y Vseross. nauchn. konf. Protvino, 2000. P. 58–65.

Bessudova A. U., Tomberg I. V., Firsova A. D., Kopyrina L. I., Likhoshway Y. V. Silica-scaled chrysophytes in lakes Labyntyr and Vorota, of the Sakha (Yakutia) Republic, Russia // *Nova Hedwigia*. 2019. Vol. 148. P. 35–48. DOI: 10.1127/nova-suppl/2019/049

Dikiye rodichi kul'turnykh rasteniy Yakutii / N. S. Danilova, T. S. Korobkova, V. V. Semenova. Novosibirsk: Nauka, 2013. 34 p.

Dikiye rodichi kul'turnykh rasteniy Yakutii i ikh okhrana / N. S. Danilova, T. S. Korobkova, V. V. Semenova i dr. Novosibirsk: Nauka, 2014. 232 p.

Egorova A. A. Konspekt flory Arkticheskoy Yakutii: Sosudistyye rasteniya. Novosibirsk: Nauka, 2016. 188 p.

Egorova A. A. Sosudistyye rasteniya Yugo-Zapadnoy Yakutii. Novosibirsk: Nauka, 2013. 203 p.

Firsova A. D., Bessudova A. U., Kopyrina L. I., Likhoshway Y. V. Chrysophycean stomatocysts from two unique lakes of Yakutia (Russia) // *Phytotaxa*. 2020. Vol. 474 (3). P. 197–217. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.474.3.1>

Gabyshv V. A., Gabyshva O. I. Fitoplankton krupnykh rek Yakutii i sopredel'nykh territoriy Vostochnoy Sibiri. Novosibirsk: Izd. ANS «SibAK», 2018. 416 p.

Gabyshv V. A., Tsarenko P. M., Ivanova A. P. Vodorosli ust'yevoy oblasti reki Lena // Bioresursy Ust'-Lenskogo zapovednika: Griby, vodorosli, rastitel'nost', ryby, ptitsy, ovtsebyki. Novosibirsk: Nauka, 2019. P. 14–35.

Hennekens S. M., Schaminée J. H. J. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data // *J. Veg. Sci.* 2001. Vol. 12 (4). P. 589–591. <http://dx.doi.org/10.2307/3237010>

- Ignatov M. S., Ignatova E. A., Ivanova E. I.* Flora mkhov Yakutii — nekotoryye itogi issledovaniy poslednikh let // *Sovremennaya nauka o rastitel'nosti: tez. dokl. Vseross. konf., posv. 90-letiyu kaf. geobotaniki biologicheskogo f-ta MGU. M.: MGU, 2019. P. 97–98.*
- Isakova V. G.* Materials to study the moss flora of the Yana-Adycha plateau (North-east Yakutia) // *Arctoa. 2010. Vol. 19. P. 175–182.*
- Ivanova E. I.* K flore mkhov verkhnego techeniya r. Vilyuy (Zapadnaya Yakutiya) // *Novosti sist. nizsh. rast, 2009. Vol. 43. P. 337–351.*
- Ivanova E. I., Ignatova E. A., Ignatov M. S., Zolotov V. I., Krivoschapkin K. K.* Raznoobraziye rastitel'nogo mira Yakutii. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2005. P. 105–125.
- Katalog rasteniy Yakutskogo botanicheskogo sada / N. S. Danilova, P. S. Yegorova, S. M. Sabaraykina i dr. Novosibirsk: Nauka, 2012. Vol. 1. 160 p.*
- Katalog rasteniy Yakutskogo botanicheskogo sada / T. S. Korobkova, P. A. Pavlova, N. S. Danilova i dr. Novosibirsk: Nauka, 2018. Vol. 2. 76 p.*
- Kopyrina L. I.* Epifitnyye vodorosli ozer doliny Tuymaada (Tsentral'naya Yakutiya). Novosibirsk: Nauka, 2014. 100 p.
- Kopyrina L. I.* Vidovoy sostav i struktura al'goflory // *Krioekosistemy basseyna reki Alazei. Novosibirsk: Akademicheskoye izd-vo «GEO», 2018. P. 29–41.*
- Kopyrina L. I., Firsova A. D., Rodionova E. V., Zakharova Y. R., Bachenkhaeva M. V., Usoltseva M. V., Likhoshway Y. V.* The insight into diatom diversity, ecology, and biogeography of an extreme cold ultraoligotrophic Lake Labyntyr at the Pole of Cold in the northern hemisphere // *Extremophiles. 2020. <https://doi.org/10.1007/s00792-020-01181-1>*
- Kopyrina L. I., Genkal S. I., Remigaylo P. A.* Diatom algae of waterbodies in the subarctic tundra // *Inland Water Biology. 2021. Vol. 14. No 2. P. 125–132. DOI: 10.31857/S0320965221020091*
- Kuznetsova L. V., Zakharova V. I.* Konspekt flory Yakutii: Sosudistyye rasteniya. Novosibirsk: Nauka, 2012. 265 p.
- Nikolayeva O. A., Korobkova T. S., Sokolova N. N.* Spisok semyan XXII, predlagayemykh v obmen Botanicheskim sadom IBPK SO RAN v 2020–2023 gg. Yakutsk: Izdatel'skiy dom SVFU, 2020. 28 p.
- Nikolin E. G.* Konspekt flory Verkhoyanskogo khrepta. Novosibirsk: Nauka, 2013. 248 p.
- Nikolin E. G.* Sornyye rasteniya Yakutii: Naiboleye opasnyye i agressivnyye elementy flory. Novosibirsk: Nauka, 2016. 264 p.
- Opredefinite' vysshikh rasteniy Yakutii / Ye. A. Afanas'yeva, K. S. Baykov, A. A. Bobrov i dr. M.: T-vo nauchnykh izdaniy KMK; Novosibirsk: Nauka, 2020. 896 p.*
- Poryadina L. N.* Lishayniki // *Raznoobraziye rastitel'nogo mira Yakutii. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2005. P. 126–149.*
- Potapova M. G., Hamilton P. B., Kopyrina L. I., Sosina N. K.* New and rare diatom (Bacillariophyta) species from a mountain lake in Eastern Siberia // *Phytotaxa. 2014. Vol. 156 (3). P. 100–116.*
- Sofronova E. V.* Pechenochnyye mkhi yakutskoy chasti Vostochnogo Verkhoyan'ya: dis. kand. biol. nauk. Yakutsk; SPb., 2003. 235 p.
- Sofronova E. V.* A contribution to the liverwort flora of the Upper Course of Indigirka River, East Yakutia // *Arctoa. 2018. Vol. 27, № 2. P. 157–163.*
- Sofronova E. V.* Pechenochnyye mkhi // *Raznoobraziye rastitel'nogo mira Yakutii. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2005. P. 92–104.*

Telyatnikov M. Y., Troeva E. I., Pristyazhnyuk S. A., Cherosov M. M. The vegetation of western part of the Pronchishchev ridge and the adjacent plain (the Arctic tundra subzone of Yakutia) // *Turczaninowia*. 2017. Vol. 20, № 3. P. 72–94. DOI: 10.14258/turczaninowia.20.3.8

Telyatnikov M. Yu., Lashchinskiy N. N., Troeva E. I., Pristyazhnyuk S. A., Gogoleva P. A., Cherosov M. M., Pestryakova L. A., Vegetation diversity of lower Kolyma river (tundra zone of Yakutia) // *Turczaninowia*. 2014. No 17 (4). P. 79–122.

Telyatnikov M. Yu., Troeva E. I., Gogoleva P. A., Cherosov M. M., Pestryakova L. A., Pristyazhnyuk S. A. Syntaxonomy of tundra and meadow vegetation in the area of middle and lower reaches of the Anabar river (part of the Arctic Yakutia) // *Rastitel'nyj mir Aziatskoj Rossii*. 2013. № 1 (11). С. 65–85.

Telyatnikov M. Yu., Troeva E. I., Pristyazhnyuk S. A., Gogoleva P. A., Cherosov M. M., Pestryakova L. A. Vegetation in the lower reaches of Indigirka river (zonal and mountain tundras) // *Turczaninowia*. 2015. Vol. 18, No 4. P. 128–168.

The Database of the Moss Flora of Russia // *Arctoa*. 2017. Vol. 26 (1). P. 1–10. doi: 10.15298/arctoa.26.01

Vasilyeva-Kralina I. I., Ivanova A. P., Pshennikova E. V. Sostav i dinamika razvitiya vodorosley ozer g. Yakutska i yego okrestnostey (sredneye techeniye r. Leny) // *Algologia*. Kiyev, 1997. Vol. 7, No 1. P. 30–34.

Vasilyeva-Kralina I. I., Remigaylo P. A., Gabyshev V. A., Pshennikova E. V., Ivanova A. P., Kopyrina L. I. Vodorosli // *Raznoobraziye rastitel'nogo mira Yakutii*. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2005. P. 150–272.

Zakharova V. I. Raznoobraziye sosudistykh rasteniy Tsentral'noy Yakutii. Novosibirsk: Nauka, 2014. 180 p.

Статья поступила в редакцию 03.06.2021; одобрена после рецензирования 24.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 03.06.2021; approved after reviewing 24.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 635.977:631.524.85:712
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.020

НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРАРИЯ ВСЕРОССИЙСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА СЕЛЕКЦИИ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР (ОРЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ольга Юрьевна Емельянова

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, Орловская область, деревня Жилина, Россия; dendrariy@vniispk.ru

Аннотация

Приведены аспекты использования адаптированного генофонда хозяйственно ценных древесных видов дендрария Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК) для улучшения состояния окружающей среды, повышения потенциала ресурсных показателей, создания комфортных условий жизни людей.

Генетическая коллекция дендрария, включающая 329 видов, форм и сортов, которые принадлежат к 17 порядкам, 31 семейству и 57 родам, обладает огромным потенциалом и выполняет важные научные, образовательные, природоохранные, эстетические и рекреационные задачи.

Ключевые слова:

генофонд, дендрарий, таксономический анализ, интродукция, сохранение биоразнообразия

Original article

SCIENTIFIC AND PRACTICAL ASPECTS OF USING THE RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF FRUIT CROP BREEDING ARBORETUM GENETIC COLLECTION (ORYOL REGION)

Olga Yu. Emelyanova

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel Region, Village of Zhilina, Russia; dendrariy@vniispk.ru

Abstract

The article presents aspects of using the adapted gene pool of economically valuable wood species of the VNIISPК arboretum to improve the environment, increase the potential of resource indicators, and create comfortable living conditions for people. The genetic collection of the arboretum, which includes 329 species, forms and varieties, representing 17 orders, 31 families and 57 genera, has enormous potential and fulfills a number of important tasks: scientific, educational, environmental, aesthetic and recreational.

Keywords:

gene pool, arboretum, taxonomic analysis, introduction, biodiversity conservation

Введение

Развитие промышленности, рост городов и численности населения привели к резкому сокращению природных ресурсов планеты. В результате биогеоценозы теряют свою устойчивость, а иногда и полностью разрушаются. Вопрос сохранения и восстановления глобальной экосистемы сейчас особенно актуален. Однако это невозможно без сохранения таксономического многообразия ее компонентов [Тахтаджян, 1973; Дубовицкая, 2013; Емельянова и др., 2018; Примак, 2002]. Один из путей решения проблемы снижения растительного биоразнообразия — это сохранение растений *ex situ*, в том числе в ботанических садах и дендрариях. Созданные в них коллекции можно использовать в целях сохранения и обогащения растительного мира, для реинтродукции [Примак, 2002; Дубовицкая и др., 2015], научной, учебной и просветительской деятельности [Куликова, 2011].

Декоративными древесными и цветочными растениями ВНИИСПК занимается на протяжении всей своей 175-летней истории. Решение о создании дендрария в институте (тогда Орловской зональной плодово-ягодной опытной станции) было принято на заседании Ученого Совета в 1966 г. Однако официально годом начала создания коллекции считается 1968 г., когда на выделенной территории в семь гектаров по проекту ландшафтного архитектора Л. Е. Розенберга были посажены первые экзоты [Дубовицкая и др., 2015; Емельянова и др., 2018; Золотарева, Емельянова, 2019; Емельянова, Цой, 2020].

Основная цель проводимых в дендрарии исследований — сохранение, расширение и изучение ассортимента древесных и травянистых растений аборигенной и интродуцированной флоры для использования в средоулучшающих фитотехнологиях.

Материалы и методика

Дендрарий генетической коллекции ВНИИСПК располагается в европейской части России, в полутора километрах на север от города Орла (53°00'N, 36°00'E). Орловская область находится в центральной части Среднерусской возвышенности, в пределах степной и лесостепной зон. Для данной территории характерен умеренно-континентальный климат с умеренным количеством осадков (в среднем от 490 до 590 мм). На территории дендрария почвы темно-серые лесные с содержанием гумуса 3–5 %, мощностью гумусового горизонта 30–35 см. Кислотность почв близка к нейтральной [Емельянова и др., 2018].

Генофонд дендрария на 1 марта 2021 г. включает 329 видов, форм и сортов, представляющих 17 порядков, 31 семейство и 57 родов.

На базе дендрария ВНИИСПК проводится изучение адаптивных свойств древесных и кустарниковых форм к изменяющимся условиям внешней среды, фенологические наблюдения, оценивается устойчивость к болезням и вредителям, а также степень декоративности растений. По мере пополнения коллекции анализируется таксономическое разнообразие, что позволяет установить индивидуальные особенности видов разных географических зон и соотношения лиственных и хвойных растений [Емельянова, 2016; Емельянова, Цой, 2020].

Результаты и их обсуждение

За свою более чем пятидесятилетнюю историю дендрарий ВНИИСПК стал уникальной живой коллекцией, одним из крупнейших интродукционных центров и базой научных исследований по изучению декоративных древесных растений в средней полосе России. Генетическая коллекция обладает огромным потенциалом и выполняет ряд важных задач: научных, образовательных, природоохранных, эстетических и рекреационных [Емельянова, Цой, 2020].

Научная. В дендрарии ведутся научные исследования, направленные на сохранение биоразнообразия за счет натурализации и акклиматизации интродуцентов из разных уголков земного шара, расширение ассортимента и возможностей их использования в различных областях хозяйственной деятельности.

Таксономический анализ генетической коллекции дендрария ВНИИСПК (на 1 марта 2021 г.) показал, что голосеменные растения (*Gymnospermae*) составляют 21 % от общего числа таксонов и представлены двумя отделами: *Pinopsida* и *Ginkgoopsida*. Отдел *Pinopsida* представлен порядком *Pinales*, в состав которого входят три семейства: *Pinaceae*, *Cupresaceae* и *Taxaceae* и девять родов (в том числе *Picea* — 11 видов и форм; *Pinus* — 12 видов и форм; *Thuja* — 12 форм *Thuja occidentalis* L.). Отдел *Magnoliopsida* представлен классом *Magnoliopsida*, в состав которого входят пятнадцать порядков и 27 семейств. К наиболее многочисленным по числу видов и форм относятся сем. *Rosaceae*, *Oleaceae* и *Betulaceae* (табл. 1). Всего класс двудольных насчитывает 49 родов (в том числе *Betula* — 15 видов; *Spiraea* — 22 видов и форм; *Malus* — 17 видов и форм; *Syringa* — 36 видов и сортов). С 2018 по 2021 гг. вес большинства ведущих семейств в составе флоры дендрария уменьшился за счет пополнения коллекции видами из сем. *Oleaceae* и *Salicaceae*, а также семейств, не входящих в число ведущих: *Anacardiaceae* R. Br., *Juglandaceae* DC. ex Perleb и *Magnoliaceae* Juss.

Таблица 1

Состав ведущих семейств и их ранг во флоре дендрария

Ранг	Семейство	Количество родов	Количество видов, форм, сортов, %	
			2018 г.	2021 г.
1	Розоцветные (<i>Rosaceae</i> Juss)	16	23,7	22,8
2	Маслинные (<i>Oleaceae</i> Hoffmanns. & Link)	3	13,6	14,6
3	Сосновые (<i>Pinaceae</i> Lindl)	5	11,9	10,6
4	Кипарисовые (<i>Cupresaceae</i> Neger)	3	9,2	8,8
5	Березовые (<i>Betulaceae</i> C.A.Agardh)	3	6,1	5,5
6	Ивовые (<i>Salicaceae</i> Lindl)	2	4,1	4,3
7	Кленовые (<i>Aceraceae</i> Lindl)	1	4,4	4,0
8	Гортензиевые (<i>Hydrangeaceae</i> Dumort.)	3	3,4	3,1
9	Жимолостные (<i>Caprifoliaceae</i> Vent.)	4	3,1	2,7
10	Барбарисовые (<i>Berberidaceae</i> Torr. et Grey)	2	2,7	2,7

Образовательная. Генетическая коллекция дендрария ВНИИСПК сформирована по географическому принципу и служит уникальным плацдармом для проведения учебных и познавательных экскурсий для школьников, студентов, учителей и преподавателей биологических специальностей и просто любителей природы. Здесь собрано большое разнообразие видов и форм на сравнительно небольшой территории, что позволяет за короткий промежуток времени ознакомиться с большим количеством видов, которые в пределах своих

естественных ареалов находятся далеко друг от друга. Дендрарий служит базой для проведения практических занятий для студентов-биологов и будущих ландшафтных архитекторов. Географические зоны и видовой состав коллекции отображают основные представления о центрах происхождения декоративных растений: Северная Америка и Сибирь насыщены хвойными породами, Европа, Дальний Восток, Средиземноморье и Средняя Азия — лиственными.

Природоохранная. Необходимость сохранения и восстановления генетических ресурсов планеты является стратегическим вызовом и подтверждает необходимость проведения активных работ по сохранению растений *ex situ*, в том числе редких и исчезающих, а также работ по их реинтродукции. Особое внимание уделяется растениям, занесенным в Красную книгу РФ с присвоением категорий редкости «1» (под угрозой исчезновения — *Acer japonicum* Thunb.), «2» (сокращающиеся в численности — *Corylus colurna* L., *Taxus baccata* L.) и «3» (редкие — *Betula Raddeana* Trautv., *Juniperus chinensis* var. *sargentii* A. Henry, *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skvortz., *Cotoneaster lucidus* Schlecht, *Staphylea pinnata* L.). Повышенный интерес для работы по реинтродукции вызывают растения, занесенные в Красный список МСОП (IUCN) с присвоением категорий редкости «EN» (таксоны под угрозой исчезновения — *Picea omorika* (Pančić) Purk, *Abies fraseri* (Pursh) Poir., *Ginkgo biloba* L., *Malus niedzwetzkyana* Dieck ex Koehne, *Syringa josikaea* J. Jacq. ex Rchb.), «NT» (близкие к переходу в группу угрожаемых — *Pinus peuce* Griseb.) и «VU» (уязвимые виды — *Aesculus hippocastanum* L.) [Фирсов и др., 2018]. «Краснокнижные» растения, имеющие охранный статус и обладающие декоративными качествами, являются наиболее ценными таксонами, произрастающими в генетической коллекции дендрария ВНИИСПК.

Эстетическая. Дендрарий создан в пейзажном стиле и представлен солитерами, густыми лиственными и хвойными группами и небольшими массивами, которые уступами спускаются по склону оврага и создают впечатление естественного природного ландшафта. В основу композиционного решения положены две открытые поляны, переходящие друг в друга. В центре одной из них высажен памятный экземпляр дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в честь 125-летия со дня основания научного учреждения (ВНИИСПК). По контуру эта поляна обрамлена уникальными коллекциями сиреней (сирингарий) и спирей (спируетум). Свободная планировка хорошо вписывается в существующий ландшафт и подчеркивает естественную красоту растений, собранных в коллекции. Растения в группах подобраны таким образом, чтобы группы сохраняли декоративность в течение всего года.

Рекреационная. Комплексное использование фитонцидо-, аромо-, эстетико- и цветотерапии позволяет изменять среду обитания и улучшать здоровье человека [Быков и др., 2000]. При прокладке оздоровительных маршрутов и организации мест отдыха на территории дендрария учитываются как фитонцидные и лекарственные, так и средообразующие свойства растений, в том числе их устойчивость к болезням и вредителям и декоративность. Это гарантирует не только высокий средообразующий и оздоровительный эффект, но и устойчивость и долговечность посадок. По данным наших исследований, оптимальный оздоровительный эффект могут обеспечить маршруты и зоны отдыха, расположенные в непосредственной близости от растений, обладающих комплексом вышеуказанных свойств. В географической зоне «Северная Америка»: *Abies concolor* (Gord.) Engelm., *Chamaecyparis pisifera* (Sieb. et Zucc.)

Endl., *Crataegus submollis* Sarg. и *Juglans rupestris* Engelm. В зоне «Дальний Восток»: *Berberis Thunbergii* DC., *Juglans mandshurica* Maxim. и *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. В зоне «Средиземноморье»: *Betula Raddeana* Trautv. и *Pinus pallasiana* Lamb. В зоне «Европа»: *Juniperus sabina* f. *tamariscifolia* Ait. и *Pinus peuce* Gris. Данные виды и формы находятся в отличном состоянии, обладают высокой устойчивостью к вредителям и болезням, имеют высокую степень декоративной оценки. Наличие хвойных растений в каждой из географических зон усиливает их круглогодичных фитонцидный эффект.

Заключение

На основе комплексных научных исследований биологических свойств и декоративных качеств флоры дендрария ВНИИСПК ведется выделение высокодекоративных устойчивых видов, форм и сортов и разрабатываются практические рекомендации. В дендрарии идет постоянное пополнение генетической коллекции с целью привлечь недостающее разнообразие, оптимизировать структуру генколлекции и в итоге создать более широкую базу исходного материала для селекции, озеленения и лесовосстановления. Разрабатываемые и апробируемые в процессе научных исследований методы и технологии оценки, отбора и сохранения биоразнообразия дендрологических ресурсов имеют как экологическое и социальное, так и экономическое значение. Они направлены на применение новых знаний и технологий по непрерывному использованию адаптированного генофонда хозяйственно ценных древесных видов для улучшения состояния окружающей среды, повышения потенциала ресурсных показателей, создания комфортных условий жизни людей.

Список источников

Быков В. А., Жученко А. А. мл., Рабинович А. М., Батеха Т. И., Орлова Е. В., Дубовицкая О. Ю. Комплексные средообразующие фитотехнологии 21 века // Лекарственное растениеводство: сб. науч. тр. М., 2000. С. 148–155.

Дубовицкая О. Ю. Создание устойчивых средоулучшающих фитотехнологий в Центрально-Черноземном регионе России // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. № 11. С. 20–26.

Дубовицкая О. Ю., Цой М. Ф., Павленкова Г. А., Масалова Л. И., Фирсов А. Н. Сохранение генофонда и основные итоги интродукции растений дендрария ВНИИСПК // Современное садоводство — Contemporary horticulture. 2015. № 2 (14). С. 111–122. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2015/2/32.pdf>.

Емельянова О. Ю., Фирсов А. Н., Масалова Л. И. Таксономический анализ генетической коллекции дендрария ВНИИСПК // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2018. Т. 5, № 2. С. 29–32.

Емельянова О. Ю. К методике комплексной оценки декоративности древесных растений // Современное садоводство — Contemporary horticulture. 2016. № 3 (19). С. 54–74. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2016/3/38.pdf>.

Емельянова О. Ю., Цой М. Ф. Дендрарий ВНИИСПК: прошлое, настоящее, будущее. Селекция и сорторазведение садовых культур. 2020. Т. 7, № 1–2. С. 70–73. DOI: 10.24411/2500-0454-2020-11218

Золотарева Е. В., Емельянова О. Ю. Дендрарии Всероссийского НИИ селекции плодовых культур: история формирования и современное состояние памятника ландшафтной архитектуры // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2019. № 4 (85). С. 20–23.

Куликова О. Н. Состояние хвойных растений дендрологического сада им. С. Ф. Харитоновой // Вестник ИрГСХА. 2011. Т. 2, № 44. С. 89–95.

Примак Р. Основы сохранения биоразнообразия / пер. с англ. О. С. Якименко, О. А. Зиновьевой. М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. 256 с.

Тахтаджян А. Л. Наука о многообразии живой природы // Природа. М.: Изд-во «Наука», 1973. № 6. С. 2.

Фирсов А. Н., Емельянова О. Ю., Масалова Л. И. Изучение морфобиологических особенностей видов растений Красной Книги РФ в составе генетической коллекции дендрария ВНИИСПК // Современное садоводство — Contemporary horticulture. 2018. № 4 (28). С. 70–79. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10410

References

Bykov V. A., Zhuchenko A. A. ml., Rabinovich A. M., Batekha T. I., Orlova Ye. V., Dubovitskaya O. Yu. Kompleksnyye sredooobrazuyushchiye fitotekhnologii 21 veka // Lekarstvennoye rasteniyevodstvo: sb. nauch. tr. M., 2000. P. 148–155.

Dubovitskaya O. Yu. Sozdaniye ustoychivyykh sredouluchshayushchikh fitotekhnologiy v Tsentral'no-Chernozemnom regione Rossii // Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii. 2013. No 11. P. 20–26.

Dubovitskaya O. Yu., Tsoy M. F., Pavlenkova G. A., Masalova L. I., Firsov A. N. The gene pool conservation and basic results of plant introduction of arboretum of the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding // Contemporary horticulture. 2015. № 2 (14). С. 111–122. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2015/2/32.pdf>.

Emelyanova O. Yu. For method of complex assessment of woody plants decorativeness // Contemporary horticulture. 2016. No 3 (19). P. 54–74. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2016/3/38.pdf>.

Emelyanova O. Yu., Firsov A. N., Masalova L. I. Taksonomicheskii analiz genicheskoy kolleksii dendrariya VNIISPK // Seleksiya i sortorazvedeniye sadovykh kul'tur. 2018. Vol. 5, No 2. P. 29–32.

Emelyanova O. Yu., Tsoy M. F. The VNIISPK arboretum: past, present, future. 2020. Vol. 7, No 1–2. P. 70–73. DOI: 10.24411/2500-0454-2020-11218

Firsov A. N., Yemelyanova O. Yu., Masalova L. I. Study of morphological and biological characteristics of the species of plants from the Red Data Book of the Russian Federation in the genetic collection of the VNIISPK arboretum // Contemporary horticulture. 2018. No 4 (28). P. 70–79. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10410

Kulikova O. N. Sostoyaniye khvoynyykh rasteniy dendrologicheskogo sada im. S. F. Kharitonova // Vestnik IrGSKHA. 2011. Vol. 2, No 44. P. 89–95.

Primak R. Osnovy sokhraneniya bioraznoobraziya / per. s angl. O. S. Yakimenko, O. A. Zinovyevoy. M.: Izd-vo Nauchnogo i uchebno-metodicheskogo tsentra, 2002. 256 p.

Takhtadzhyan A. L. Nauka o mnogoobrazii zhivoy prirody // Priroda. M.: Izd-vo «Nauka», 1973. No 6. P. 2.

Zolotareva E. V., Yemelyanova O. Yu. Dendrarii Vserossiyskogo NII seleksii plodovykh kul'tur: istoriya formirovaniya i sovremennoye sostoyaniye pamyatnika landshaftnoy arkhitektury // Uchenyye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnyye i sotsial'nyye nauki. 2019. No 4 (85). P. 20–23.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 18.10.2021; принята к публикации 18.10.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 18.10.2021; accepted for publication 18.10.2021.

Научная статья
УДК 581.6:581.9
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.021

БАЗА ДАННЫХ «ДИКИЕ РОДИЧИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ РОССИИ»: АКТУАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИИ И РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН ФОРМАТА

Снежана Ринатовна Мифтахова, Ирена Георгиевна Чухина
*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт
генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР),
Санкт-Петербург, Россия; s.miftahova@vir.nw.ru, irena_wir@mail.ru*

Аннотация

Начата работа по актуализации информации базы данных «Дикие родичи культурных растений России». На основе обзора современных ботанических онлайн-ресурсов представлена концепция развития базы и разработана ее структура, включающая шесть тематических блоков: «Номенклатура», «Общая характеристика», «Использование», «География», «Сохранение» и «Изображения».

Ключевые слова:

дикие родичи культурных растений, онлайн — база данных, мобилизация и сохранение ДРКР, дескрипторы

Original article

THE DATABASE “CROP WILD RELATIVES OF RUSSIA”: INFORMATION UPDATE AND DEVELOPMENT OF THE ONLINE FORMAT

Snezhana R. Miftakhova, Irena G. Chukhina
*Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry, Saint Petersburg, Russia;
s.miftahova@vir.nw.ru, irena_wir@mail.ru*

Abstract

Information update of the database "Crop Wild Relatives of Russia" has been started. Based on the review of the modern botanical online resources, the concept of the database development is presented and its structure is developed, which includes six thematic blocks: "Taxa", "General description", "Use", "Distribution", "Conservation", "Images".

Keywords:

crop wild relatives (CWR), online database, CWR mobilization and conservation, descriptors

Введение

В современную эпоху больших данных и открытой науки ключевое значение приобретают базы данных, позволяющие оперировать крупными массивами информации и доступные онлайн для широкого круга пользователей [The bien..., 2018; Estimating..., 2015; Шашков и др., 2017]. Однако в России подобных ресурсов, посвященных биоразнообразию, пока немного.

Несмотря на наличие богатых наработок в академических институтах, многие базы данных, созданные на их основе, по-прежнему неизвестны широкой публике и используются в закрытом режиме. Зачастую такие базы создавались в рамках научных проектов и не обновлялись после их завершения [Ivanova, Shashkov, 2016]. Ситуация стала меняться в последнее десятилетие, поскольку были начаты работы по цифровизации гербарных коллекций и созданию баз данных, интегрированных в онлайн-пространство [Seregin, 2016; Melekhin et al., 2019].

Информационно-поисковая система (ИПС) «Дикие родичи культурных растений России» была разработана во Всероссийском институте растениеводства им. Н. И. Вавилова в 1999 г. для решения различных задач, связанных с проблемами мобилизации и сохранения полезного фитогенофонда. При отборе таксонов для включения в ИПС исходили из понимания диких родичей культурных растений (ДРКР) в широком смысле, т. е. в базу были включены «виды природной флоры, эволюционно-генетически близкие к культурным растениям (входящие с ними в один род) и потенциально пригодные для создания и улучшения сортов культурных растений» [Results..., 2020].

В последней версии ИПС, доступной в программе Visual FoxPro 8.5, представлена информация о более чем 1600 таксонах ДРКР, которая содержит сведения по их номенклатуре, эколого-биологическим особенностям, хозяйственной ценности и распространению на территории России. В целях модернизации базы и перевода ее в онлайн-формат в 2020 г. нами была начата работа по актуализации данных и созданию концепции будущего онлайн-ресурса.

Материалы и методы

Для разработки структуры и функционала онлайн-базы мы обратились к уже существующим популярным ботаническим интернет-ресурсам.

В России среди наиболее известных онлайн — баз данных — проекты «Плантариум» [<https://www.plantarium.ru/>] и «Флора России» на платформе iNaturalist [<https://www.inaturalist.org/projects/flora-of-russia>]. Из зарубежных ресурсов отметим “Plants of the World Online” (<http://plantsoftheworldonline.org/>), “Mansfeld's World Manual of Agricultural and Horticultural Crops” [<https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3>], а также проект, специально посвященный ДРКР, — “Crop Wild Relative Global Occurrence Database” [<https://www.cwrdiversity.org/checklist/cwr-occurrences.php>].

Онлайн-атлас-определитель растений и лишайников «Плантариум» отличают удобство поиска таксонов, подробные номенклатурные сведения и богатая галерея изображений. При наличии геопривязки точки находок можно посмотреть на картах Google и Яндекс. Достоинством ресурса является то, что любительские наблюдения проходят экспертную верификацию [Мирин, Орешкин, 2013]. Также надежность данных подкрепляется ссылками на литературные источники и полезные веб-ресурсы.

Еще один пример интерактивной базы данных — «Флора России», которая пополняется, в первую очередь, за счет любительских наблюдений. Данный портал был создан с целью сбора оперативных данных о разнообразии и местонахождении растений для разрабатываемого в МГУ «Атласа флоры России» [Флора..., 2020]. Преимущество ресурса заключается в точной геопривязке всех наблюдений, их массовости и высокой частоте обновления данных, что служит бесценным материалом для построения карт ареалов видов.

По сравнению с базой «Плантариум», портал в большей степени ориентирован на любительский уровень, и функция поиска здесь реализована менее эффективно.

Проект Королевских ботанических садов Кью “Plants of the World Online” собирает актуальные сведения о номенклатуре и общем ареале видов растений всего мира. База данных снабжена интуитивным и привлекательным интерфейсом; вся информация хорошо структурирована и сопровождается ссылками на первоисточники.

База данных “Mansfeld's World Manual of Agricultural and Horticultural Crops” разработана на основе энциклопедии “Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops” [Mansfelds..., 2001] и содержит информацию о 6100 видах сельскохозяйственных культур. Для каждого вида приводится номенклатура, в том числе синонимы, общие названия на разных языках, естественное распространение и регионы культивирования; использование, изображения, а также предковые виды и дикие родичи.

Единственная онлайн — база данных ДРКР, которую нам удалось обнаружить, — это совместный проект Crop Trust и Millennium Seed Bank “Crop Wild Relative Global Occurrence Database”, опубликованный на портале GBIF. Ресурс включает данные о распространении ДРКР в мире на основе образцов генбанков и гербариев и, по сути, не является самостоятельным продуктом, поскольку основным источником информации для него служат данные базы EURISCO.

Результаты и обсуждение

В результате обзора существующих ботанических онлайн-ресурсов были выявлены критерии, которым должна соответствовать современная база данных: 1) высокая достоверность информации; 2) хорошая структурированность данных; 3) открытость и общедоступность; 4) удобная поисковая система и дружелюбный интерфейс; 5) использование точных геопривязок для построения карт ареалов; 6) наличие интерактивного компонента, позволяющего базе активно развиваться и пополняться новыми данными.

База данных «ДРКР России», в силу специфики ее объекта, занимает особенное место среди флористических баз и баз сельскохозяйственных культур. При этом генетическое разнообразие ДРКР на такой обширной территории, как Россия, изучено крайне мало, что накладывает определенные ограничения на детальность предоставляемой информации. С учетом этих особенностей, нами была разработана концепция онлайн-ресурса «ДРКР России».

Цели и задачи. Цель базы данных «ДРКР России» — предоставление широкому кругу пользователей хорошо структурированной, актуальной и достоверной информации о разнообразии видов ДРКР на территории России, необходимой для работ по привлечению полезного генофонда, планирования мероприятий по *in situ* и *ex situ* сохранению видов ДРКР, а также для просветительских задач. Таким образом, онлайн — база данных должна служить важнейшим инструментом реализации национальной стратегии по сохранению ДРКР [Conservation..., 2007; Results..., 2020].

Структура и дескрипторы. В основу структуры будущей онлайн — базы данных были положены международные стандарты дескрипторов ДРКР [Сгор..., 2017], исходя из которых вся информация будет организована в шесть тематических блоков: 1. Номенклатура (*Taxon*); 2. Общая характеристика

(*General Description*); 3. Использование (*Use*); 4. География (*Distribution*); 5. Сохранение (*Conservation*); 6. Изображения (*Images*).

1. Блок «Номенклатура» (*Taxon*) содержит номенклатурную информацию о таксоне, включая наиболее употребительные синонимы, русское название, а также таксономическую группу родства, указывающую на близость таксона ДРКР к культурному виду [Towards a definition..., 2006].

В настоящее время нами выверяется номенклатура ДРКР, изначально основанная на сводке С. К. Черепанова [1995], с учетом современных таксономических обработок и информации в международных таксономических базах данных [<https://www.ipni.org>; <http://www.plantsoftheworldonline.org>; <https://www.catalogueoflife.org/>].

2. Блок «Общая характеристика» (*General Description*) включает данные о жизненной форме таксона, особенностях его размножения, хромосомных числах и характерных местообитаниях.

3. Блок «Использование» (*Use*) посвящен хозяйственной ценности таксона и направлениям его использования.

4. Блок «География» (*Distribution*) не только дает представление об общем ареале таксона и его распространении в России (на основании литературных источников), но и содержит актуальные карты распространения таксона на территории РФ с нанесением координат находок на картографическую основу Google Maps и Яндекс-карт. Для заполнения этого раздела следует предусмотреть интерактивный компонент.

5. Блок «Сохранение» (*Conservation*) направлен на выявление приоритетных к сохранению видов ДРКР и планированию мер по их *in situ* и *ex situ* сохранению; таким образом, будет реализован один из прикладных аспектов базы. Вкладки раздела будут включать информацию об охранным статусе таксона на государственном и региональном уровнях, а также данные о его представленности на особо охраняемых природных территориях, в коллекциях ботанических садов и генбанков.

6. Блок «Изображения» (*Images*) — это фотогалерея таксона, которая включает как изображения живых растений, так и оцифрованные гербарные листы, доступные по ссылке на базу «Гербарий ВИР».

Заключение

Развитие проблемно ориентированных баз данных, интегрированных в интернет-пространство — необходимое условие для межведомственного и международного обмена данными по сохранению и использованию генетических ресурсов растений, а также методологический подход для сбора, хранения и анализа больших массивов данных. Модернизация базы данных «ДРКР России» и создание интерактивного онлайн-ресурса на ее основе являются актуальной задачей, реализация которой позволит широкому кругу специалистов, а также всем интересующимся получить доступ к качественной научной информации о ДРКР и внести свой вклад в дело мобилизации и сохранения ценного природного генофонда на территории России.

Список источников

Мишин Д. М., Орешкин Д. Г. Возможности использования интернет-ресурса «Плантариум» (plantarium.ru) в профессиональном ботаническом образовании // Сибирский педагогический журнал. 2013. № 4. С. 156–159.

«Флора России» на платформе iNaturalist: большие данные о биоразнообразии большой страны / А. П. Серегин. [и др.] // Журнал общей биологии. 2020. Т. 81, №. 3. С. 223–233.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.

Шашков М. П., Чадин И. Ф., Иванова Н. В. Методические рекомендации по стандартизации данных для публикации через глобальный портал GBIF.ORG и подготовке статьи о данных // Труды Кольского научного центра РАН. 2017. № 6–5 (8). С. 22–35.

Conservation and sustainable use of crop wild relatives / V. Heywood [et al.] // Agriculture, ecosystems & environment. 2007. Vol. 121, Is. 3. P. 245–255.

Melekhin A. V., Davydov D. A., Borovichev E. A., Shalygin S. S. & Konstantinova N. A. CRIS — service for input, storage and analysis of the biodiversity data of the cryptogams // Folia Cryptogamica Estonica. 2019. Vol. 56. P. 99–108. <https://doi.org/10.12697/fce.2019.56.10>

Crop wild relative checklist and inventory descriptors v.1. / Bioversity International and University of Birmingham. Rome, 2017. 26 p.

Crop Wild Relative Global Occurrence Database [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cwrdiversity.org/checklist/cwr-occurrences.php> (дата обращения: 27.05.2021).

Estimating species diversity and distribution in the era of Big Data: To what extent can we trust public databases? / C. Maldonado [et al.] // Global Ecology and Biogeography. 2015. Vol. 24, Is. 8. P. 973–984.

International Plant Names Index [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ipni.org/> (дата обращения: 14.05.2021).

Ivanova N. V., Shashkov M. P. Biodiversity databases in Russia: towards a national portal // Arctic Science. 2016. Vol. 3, Is. 3. P. 560–576.

Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops / P. Hanelt [et al.]. Berlin, 2001. 3716 p.

Mansfeld's World Manual of Agricultural and Horticultural Crops [Электронный ресурс]. URL: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3/> (дата обращения: 27.05.2021).

Plants of the World Online [Электронный ресурс]. URL: <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (дата обращения: 14.05.2021).

Results of studying wild relatives of the cultivated plants of Russia / I. Chukhina [et al.] // Biological Communications. 2020. Vol. 65, Is. 1. P. 41–52.

Seregin A. Making the Russian Flora Visible: Fast Digitisation of the Moscow University Herbarium (MW) in 2015 // Taxon. 2016. Vol. 65 (1). P. 205–207.

The bien r package: A tool to access the Botanical Information and Ecology Network (BIEN) database / B. S. Maitner [et al.] // Methods in Ecology and Evolution. Vol. 9, Iss. 2. P. 373–379.

The Catalogue of Life [Электронный ресурс]. URL: <https://www.catalogueoflife.org/> (дата обращения: 27.05.2021).

Towards a definition of a crop wild relative / N. Maxted [et al.] // Biodiversity & Conservation. 2006. Vol. 15, Is. 8. P. 2673–2685.

References

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.

Conservation and sustainable use of crop wild relatives / V. Heywood [et al.] // *Agriculture, ecosystems & environment*. 2007. Vol. 121, Is. 3. P. 245–255.

Crop wild relative checklist and inventory descriptors v.1. / Bioversity International and University of Birmingham. Rome, 2017. 26 p.

Crop Wild Relative Global Occurrence Database [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cwrdiversity.org/checklist/cwr-occurrences.php> (дата обращения: 27.05.2021).

Estimating species diversity and distribution in the era of Big Data: To what extent can we trust public databases? / C. Maldonado [et al.] // *Global Ecology and Biogeography*. 2015. Vol. 24, Is. 8. P. 973–984.

International Plant Names Index [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ipni.org/> (дата обращения: 14.05.2021).

Ivanova N. V., Shashkov M. P. Biodiversity databases in Russia: towards a national portal // *Arctic Science*. 2016. Vol. 3, Is. 3. P. 560–576.

Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops / P. Hanelt [et al.]. Berlin, 2001. 3716 p.

Mansfeld's World Manual of Agricultural and Horticultural Crops [Электронный ресурс]. URL: <https://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3/> (дата обращения: 27.05.2021).

Melekhin A. V., Davydov D. A., Borovichev E. A., Shalygin S. S. & Konstantinova N. A. CRIS — service for input, storage and analysis of the biodiversity data of the cryptogams // *Folia Cryptogamica Estonica*. 2019. Vol. 56. P. 99–108. <https://doi.org/10.12697/fce.2019.56.10>

Mirin D. M., Oreshkin D. G. Vozможности ispol'zovaniya internet-resursa «Plantarium» (plantarium.ru) v professional'nom botanicheskom obrazovanii // *The Siberian Pedagogical Journal*. 2013. № 4. P. 156–159.

Plants of the World Online [Электронный ресурс]. URL: <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (дата обращения: 14.05.2021).

Results of studying wild relatives of the cultivated plants of Russia / I. Chukhina [et al.] // *Biological Communications*. 2020. Vol. 65, Is. 1. P. 41–52.

Seregin A. Making the Russian Flora Visible: Fast Digitisation of the Moscow University Herbarium (MW) in 2015 // *Taxon*. 2016. Vol. 65 (1). P. 205–207.

Seregin A. P., Bochkova D. A., Shnera Ju. V. et al. “Flora of Russia” on iNaturalist: Big data on biodiversity of a big country // *Zhurnal Obshchei Biologii*. 2020. Vol. 81, N. 3. P. 223–233. DOI: 10.31857/S0044459620030070

Shashkov M. P., Chadin I. F., Ivanova N. V. Guide to best practices on a data standardization for publication via the global portal GBIF.ORG and preparing data paper // *Transaction Kola Science Centre. Applied Ecology of the North*. 2017. No 6–5 (8). P. 22–35.

The bien r package: A tool to access the Botanical Information and Ecology Network (BIEN) database / B. S. Maitner [et al.] // *Methods in Ecology and Evolution*. Vol. 9, Iss. 2. P. 373–379.

The Catalogue of Life [Электронный ресурс]. URL: <https://www.catalogueoflife.org/> (дата обращения: 27.05.2021).

Towards a definition of a crop wild relative / N. Maxted [et al.] // *Biodiversity & Conservation*. 2006. Vol. 15, Is. 8. P. 2673–2685.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 581.5
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.022

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ФЕНОЯВЛЕНИЯ В ЛАПЛАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ЗАПОВЕДНИКЕ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Наталья Владимировна Зануздаева, Мария Евгеньевна Каримова
Лапландский государственный природный биосферный заповедник, Мончегорск, Россия

Аннотация

Приводится анализ динамики средней температуры воздуха за пятьдесят лет (1971–2020 гг.) и ее воздействия на исследованные фенологические явления. На основании многолетних рядов наблюдений показан сдвиг фазы цветения большинства видов растений на более ранние сроки.

Ключевые слова:

Лапландский заповедник, фенологические наблюдения, экологический мониторинг, сдвиг фазы цветения

Original article

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON PHENOLOGICAL PARAMETERS (LAPLAND STATE RESERVE, MURMANSK REGION)

Natalya V. Zanuzdaeva, Maria E. Karimova
Lapland State Reserve, Monchegorsk, Russia

Abstract

This work includes analysis of the dynamics of the average air temperature during 50 years (1971–2020) and its effect on selected phenological parameters. Based on long-term series of observations, we show the shift of flowering period to earlier dates.

Keywords:

Lapland State Reserve, phenological observations, environmental monitoring, shift of flowering dates

Введение

Лапландский заповедник расположен в западной части Мурманской области, в северо-таежной подзоне. Общая площадь заповедника — 278 435 га. Он был создан 17 января 1930 г.

С момента создания в заповеднике круглогодично на постоянных фенологических маршрутах ведется экологический мониторинг, включающий фиксацию природных процессов и явлений. Изучение динамики фенологических процессов на фоне наблюдающихся климатических изменений представляет большой интерес. Наиболее чувствительными к изменению климата являются растения.

Материалы и методы

Рассмотрено сорок феноявлений. Проанализировано влияние средних температур воздуха, переходов через 0 °С, + 5 °С, + 10 °С, максимальных температур выше 0 °С, минимальных температур воздуха через 0 °С, + 5 °С на ряд гидрологических явлений (табл. 1) и развитие фенофаз 23 видов растений (табл. 2). В работе использовали данные «Календаря природы» за период 1971–2020 гг., сведения собирали по методике ведения летописей природы в заповедниках К. П. Филонова и Ю. Д. Нухимовской [1990] с учетом новейших рекомендаций по унификации фенологических наблюдений на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) [Минин и др., 2020]. При характеристике температурных переходов использовали данные метеорологической станции Мончегорск. Для всех явлений были рассчитаны коэффициент корреляции (r) и уровень значимости (p), определяющий достоверность коэффициента корреляции. Расчеты выполняли в программе MS Excel [Коросов, 2007].

Результаты

Среднегодовая температура воздуха за период 1936–1970 гг. составила – 0,5 °С, за период 1936–2020 гг. – 0,1 °С, за период 1971–2020 гг. + 0,2 °С. За рассматриваемый период 1971–2020 гг. линейный тренд показал смещение температуры в сторону повышения, но уровень значимости (p) не подтвердил достоверность корреляции с изменением фенодат. Направленные смещения фенодат у растений происходят под влиянием многолетних изменений климатических условий, причем наблюдается многолетняя тенденция в варьировании фенодат. У большинства рассмотренных растений (кроме водяники, купальницы и тысячелистника) наблюдается отрицательный многолетний линейный тренд, т. е. значимое смещение фенодат в сторону более раннего начала цветения (рис. 1). У 10 % видов растений и у 50 % гидрологических явлений уровень значимости (p) показал достоверность коэффициента корреляции. В температурной динамике уровень значимости показал достоверность коэффициента корреляции при переходе среднесуточной температуры воздуха выше 0 °С (в сторону более раннего начала), при переходе минимальной температуры воздуха ниже + 5 °С, ниже 0 °С, среднесуточной температуры воздуха ниже 0 °С — в сторону более позднего начала (табл. 1, 2). Анализ динамики температурных вариаций за последние полвека показывает достоверные изменения в сторону потепления [Летопись ..., 2020], процесс этот стал явным с начала 1980-х гг. в центральной части Кольского полуострова. Эти изменения фиксируются последние тридцать лет, в конце XX в. такая динамика не прослеживалась [Kozlov, Berlina, 2002].

Влияние температурных изменений на ход фенологических процессов отмечается и в других частях России: в Командорском заповеднике, Бурятии, Алтайском государственном заповеднике и др. [Летопись ..., 2020].

Заключение

На примере ряда дикорастущих растений Кольского Севера показано смещение начала цветения на более ранние сроки. Связь феноявлений с метеоданными довольно сложная, сказывается и влияние снежного покрова, могут быть и другие компоненты изменчивости фенодат. Полученные результаты подчеркивают важность фенологических наблюдений для оценки региональных климатических изменений.

Таблица 1

Характеристика метеоявлений Лапландского заповедника за период 1971–2020 гг.

Метеоявление	<i>N</i>	Средняя дата	<i>r</i>	<i>p</i>
Разрушение устойчивого снежного покрова	50	21,05 ± 8 дней*	–0,26	0,07
Вскрытие водоема (озеро Чунозеро)	49	29,05 ± 6	–0,34	0,02
Полное освобождение ото льда озера Чунозеро	50	03,06 ± 7	–0,42	< 0,01
Весенние забереги на водоеме (озеро Чунозеро)	50	19,05 ± 8	0,07	0,64
Полный сход снега в лесу	50	31,05 ± 6	–0,08	0,56
Последний заморозок в воздухе	50	2,06 ± 12	–0,77	< 0,01
Первый снегопад	50	26,09 ± 14	0,11	0,21
Первый снежный покров	50	10,10 ± 11	0,31	0,01
Образование устойчивого снежного покрова	50	25,10 ± 14	0,29	0,02
Ледостав на водоеме (озеро Чунозеро)	49	8,11 ± 10	0,40	< 0,01
Начало постоянных оттепелей	50	4,04 ± 16	–0,25	0,13
Переход среднесуточной температуры воздуха > 0 °С	50	24,04 ± 12	–0,39	0,02
Переход min температуры воздуха > 0 °С	50	12,05 ± 11	–0,20	0,21
Переход min температуры воздуха > + 5 °С	50	10,06 ± 10	–0,26	0,12
Переход среднесуточной температуры воздуха > +5 °С	50	22,05 ± 10	–0,20	0,21
Переход среднесуточной температуры воздуха > +10 °С	50	17,06 ± 12	–0,07	0,63
Переход min температуры воздуха < + 5 °С	50	16,09 ± 12	0,36	< 0,01
Переход среднесуточной температуры воздуха < + 5 °С	50	29,09 ± 11	0,28	0,03
Переход min температуры воздуха < 0 °С	50	13,10 ± 10	0,42	< 0,01
Переход среднесуточной температуры воздуха < 0 °С	50	22,10 ± 11	0,35	< 0,01
Переход max температуры воздуха < 0 °С	50	2,11 ± 12	0,24	0,05

Примечание. *N* — объем выборки; *r* — коэффициент корреляции; *p* — уровень значимости (полужирным обозначен уровень $p < 0,05$).

* Стандартное отклонение.

Таблица 2

Характеристика фитофенологических явлений за период 1971–2020 гг.

Название вида		Феноявление	N	Средняя дата	r	p
латинское	русское					
1	2	3	4	5	6	7
<i>Betula</i> sp.	Береза	Начало сокодвигения	50	03,05 ± 6*	-0,38	< 0,01
		Начало разворачивания листьев	50	2,06 ± 7	-0,38	< 0,01
		Начало цветения	49	7,06 ± 7	-0,30	0,03
		Начало рассеивания семян	48	31,07±9	-0,36	0,04
		Полное изменение окраски листьев	50	14,09 ± 5	0,27	0,03
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	Ольха серая	Начало цветения	48	12,05 ± 8	-0,24	0,09
<i>Tussilago farfara</i> L.	Мать-и-мачеха	Начало цветения	46	23,05 ± 7	-0,54	< 0,01
<i>Arctous alpine</i> (L.) Niedenzu	Арктоус альпийский	Начало цветения	49	31,05 ± 7	-0,28	0,05
<i>Daphne mezereum</i> L.	Волчегодник	Начало цветения	50	24,05 ± 8	-0,35	0,01
<i>Salix caprea</i> L.	Ива козья	Начало цветения	49	24,05 ± 7	-0,19	0,19
<i>Empetrum hermaphroditum</i> L.	Водяника обополая	Начало цветения	50	22,05 ± 7	0,24	0,09
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	Лиственница сибирская	Начало разворачивания хвои	50	1,06 ± 7	-0,20	0,17
		Полное изменение окраски хвои	49	3,10 ± 5	0,12	0,39
<i>Caltha palustris</i> L.	Калужница болотная	Начало цветения	50	10,06 ± 5	-0,26	0,07
<i>Rubus chamaemorus</i> L.	Морошка	Начало цветения	50	10,06 ± 6	-0,14	0,32
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Черника миртолистная	Начало цветения	50	10,06 ± 7	-0,32	0,02
<i>Trientalis europaea</i> L.	Седмичник	Начало цветения	50	19,06 ± 6	-0,09	0,54
<i>Trollius europaeus</i> L.	Купальница европейская	Начало цветения	50	21,06 ± 6	0,06	0,69
<i>Picea obovata</i> Ledeb.	Ель сибирская	Начало цветения	48	18,06 ± 6	-0,42	< 0,01
<i>Andromeda polifolia</i> L.	Подбел многолистный	Начало цветения	50	16,06 ± 6	-0,26	0,07
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	Майник двулистный	Начало цветения	50	1,07 ± 6	-0,25	0,08
<i>Chamaepericlymenum Suecicum</i> (L.) Aschers. & Graebn.	Дерен шведский	Начало цветения	50	24,06 ± 7	-0,18	0,21
<i>Linnaea borealis</i> L.	Линнея северная	Начало цветения	50	2,07 ± 6	-0,38	< 0,01

1	2	3	4	5	6	7
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	Колокольчик круглолистный	Начало цветения	50	8,07 ± 6	-0,15	0,31
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	Иван-чай узколистный	Начало цветения	50	16,07 ± 7	-0,05	0,74
		Начало рассеяния семян	48	18,08 ± 10	-0,26	0,12
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	Лабазник вязолистный	Начало цветения	50	23,07 ± 7	-0,05	0,75
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Вереск обыкновенный	Начало цветения	50	30,07 ± 6	-0,08	0,60
<i>Achillea millefolium</i> L.	Тысячелистник обыкновенный	Начало цветения	49	6,07 ± 6	0,08	0,61

Примечание. N — объем выборки; r — коэффициент корреляции; p — уровень значимости (полужирным обозначен уровень $p < 0,05$).

* Стандартное отклонение.

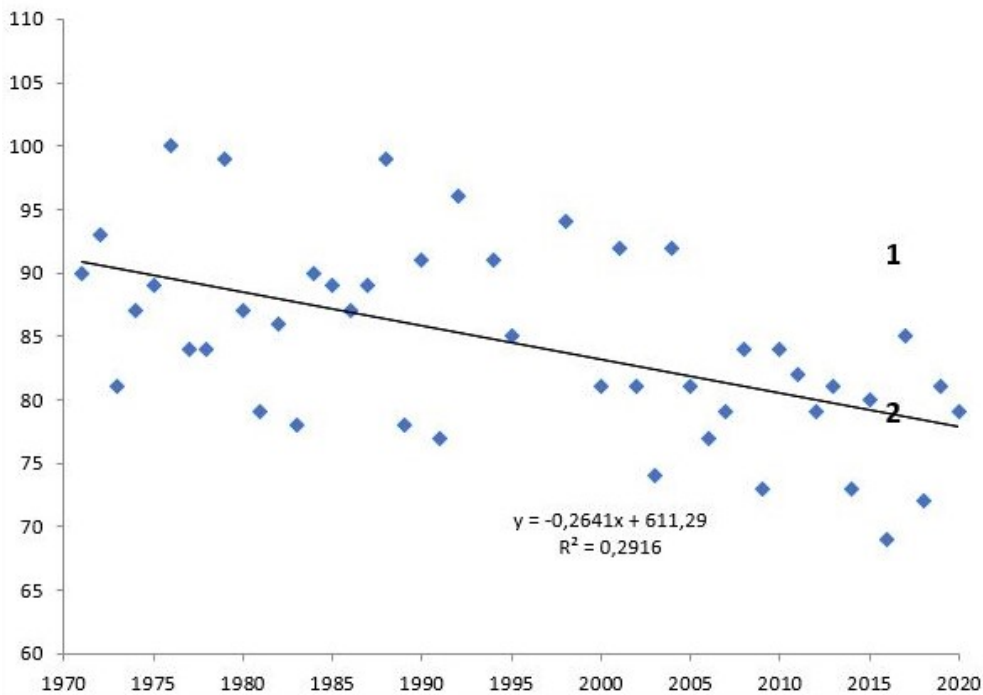


Рис. 1. Изменение фенодат начала цветения мать-и-мачехи за 1971–2020 гг.:
 y — календарные даты переведены в непрерывный ряд; 1 — исходные данные;
 2 — линия тренда

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Коросов А. В. Специальные методы биометрии. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 364 с.

Летопись природы: фенология, отклики биоты на изменение климата // Материалы II Международной научной конференции в Центральном-Лесном государственном природном биосферном заповеднике (10–14 августа 2020 г.). М.: Т-во научных изданий КМК, 2020. 218 с.

Минин А. А., Ананин А. А., Буйволов Ю. А., Ларин Е. Г., Лебедев П. А., Поликарпова Н. В., Прокошева И. В., Руденко М. И., Сапельникова И. И., Федотова В. Г., Шуйская Е. А., Яковлева М. В., Янцер О. В. Рекомендации по унификации фенологических наблюдений в России // *Заповедная наука.* 2020. № 5 (4). С. 89–110.

Филонов К. П., Нухимовская Ю. Д. Летопись природы в заповедниках СССР. М.: Наука, 1990. 142 с.

Kozlov M. V., Berlina N. G. Decline in length of the summer season on the Kola peninsula, Russia // *Climatic Change.* 2002. V. 54. P. 387–398.

References

Filonov K. P., Nukhimovskaya Yu. D. Letopis' prirody v zapovednikakh SSSR. M.: Nauka, 1990. 142 p.

Korosov A. V. Spetsial'nyye metody biometrii. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2007. 364 p.

Kozlov M. V., Berlina N. G. Decline in length of the summer season on the Kola peninsula, Russia // *Climatic Change.* 2002. V. 54. P. 387–398.

Letopis' prirody: fenologiya, otkliki bioty na izmeneniye klimata // Materialy II Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii v Tsentral'no-Lesnom gosudarstvennom prirodnom biosfernom zapovednike (10–14 avgusta 2020 g.). M.: T-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2020. 218 p.

Minin A. A., Ananin A. A., Buyvolov Yu. A., Larin Ye. G., Lebedev P. A., Polikarpova N. V., Prokosheva I. V., Rudenko M. I., Sapelnikova I. I., Fedotova V. G., Shuyskaya Ye. A., Yakovleva M. V., Yantser O. V. Rekomendatsii po unifikatsii fenologicheskikh nablyudeniy v Rossii // *Zapovednaya nauka.* 2020. No 5 (4). P. 89–110.

Статья поступила в редакцию 03.06.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 03.06.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 581.5:574.3
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.023

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ АРКТИЧЕСКИХ ТУНДР ЗАПАДНОГО ШПИЦБЕРГЕНА

Наталья Юрьевна Шмакова¹, Евгения Федоровна Марковская²

¹Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина КНЦ РАН, Кировск, Россия; shmanatalya@yandex.ru

²Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия; volev10@mail.ru

Аннотация

Представлены результаты многолетних исследований эколого-физиологических особенностей сосудистых растений арктических тундр на острове Западный Шпицберген. Приведены данные о содержании пигментов пластид для 98 видов сосудистых растений из 20 семейств. Диапазон содержания хлорофиллов равен 0,4–2,6 мг / г сырой массы. Проанализирована связь содержания пигментов и некоторых показателей, обеспечивающих высокий уровень функциональной активности арктических растений. Изучено содержание флавоноидов в листьях 63 видов сосудистых растений. Показано, что 85 % изученных видов имеют высокие и средние значения (4–11 %) содержания флавоноидов, что в 2–3 раза выше, чем у аналогичных видов Кольской Субарктики. Проанализирован состав липидов в листьях доминирующих и редко встречающихся видов растений арктических тундр в период активной вегетации. Выявлено, что доминирование насыщенных или ненасыщенных жирных кислот в суммарных липидах зависит от холодоустойчивости видов и их представленности на экотопах исследованной территории.

Ключевые слова:

сосудистые растения, пигменты пластид, флавоноиды, суммарные липиды, жирные кислоты, адаптация, Западный Шпицберген

Original article

ECO-PHYSIOLOGICAL FEATURES OF VASCULAR PLANTS IN THE ARCTIC TUNDRA OF WESTERN SPITSBERGEN

Natalya Yu. Shmakova¹, Evgenia F. Markovskaya²

¹Avrerin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, Kirovsk, Russia; shmanatalya@yandex.ru

²Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia; volev10@mail.ru

Abstract

The results of long-term studies of the ecological and physiological features of vascular plants in the Arctic tundra on the island of Spitsbergen are presented. Data on the content of plastid pigments for 98 vascular plants species from 20 families. The range of chlorophyll content is 0,4–2,6 mg / g of fresh weight. The relationship between the content of pigments and some indicators of functional activity of Arctic plants is analyzed. The content of flavonoids in the leaves of 63 species of vascular plants was studied. It is shown that 85 % of the studied species have high and medium values (4–11 %) of the flavonoid content. This is 2–3 times higher than in similar species of the Kola Subarctic. The composition of lipids in the leaves of the dominant and rare plant species of the Arctic tundra during the active vegetation period is analyzed. It was found that the dominance of saturated or unsaturated fatty acids in total lipids depends on the cold resistance of plant species and their representation in the ecotopes of the studied territory.

Keywords:

vascular plants, plastid pigments, flavonoids, lipids, fatty acids, adaptation, West Svalbard

Введение

Формирование флоры Арктики связано с особенностями адаптации автотрофных организмов разных экологических групп и географических ареалов, которые мигрируют и осваивают высокие широты с их экстремальными климатическими условиями. Климатические особенности этого региона включают экстремально высокие и низкие температуры для региона, короткий вегетационный период с круглосуточным полярным днем, зимний период с круглосуточной полярной ночью, нестабильный уровень освещенности в сочетании с особенностями спектрального состава света, ветра и шторма, разные виды осадков и самые неожиданные сочетания этих факторов. Часть видов, мигрирующих в Арктику, приспособились к этим условиям, а для другой части они оказались преградой. Первая группа видов выбирает путь, связанный с наименьшими усилиями к адаптации, занимает наиболее благоприятные локальные условия обитания, а вторая включает дополнительные множественные механизмы адаптации, связанные с различными аспектами жизнедеятельности, что обеспечивает им распространение в широком спектре экотопов Арктики [Матвеева, 1998; Чернов, 2008].

Цель исследования — изучение структурно-функциональных особенностей фотосинтетического аппарата и систем его защиты у высших сосудистых растений арктических тундр на Западном Шпицбергене.

Материалы и методы

Работа выполнена на территории Западного Шпицбергена, наиболее крупного острова архипелага Шпицберген. Более чем за десять лет исследований сообществ арктических тундр нами изучено 98 видов сосудистых растений из 20 семейств, что составило 53 % всей флоры архипелага Шпицберген [Rónning, 1996; The flora...] или 70 % флоры зоны внутренних фьордов. Наиболее изученными по количеству видов оказались сем. гвоздичные (*Caryophyllaceae*), крестоцветные (*Brassicaceae*), камнеломковые (*Saxifragaceae*), злаковые (*Poaceae*), осоковые (*Cyperaceae*), которые входят в число ведущих семейств Арктики [Чернов, Матвеева, 1983].

Содержание пигментов пластид определяли в спиртовых вытяжках ассимилирующих органов (96 % этиловый спирт) спектрофотометрическим методом (UV-1800 “Shimadzu”, Япония) по оптической плотности в максимумах поглощения хлорофиллов (*a* и *b*) и каротиноидов [Lichtenthaler, Wellburn, 1983]. Содержание суммы флавоноидов определяли спектрофотометрическим методом (при 410 нм) в пересчете на рутин и абсолютно сухую массу (%) [Зайчикова и др., 1983]. Исследование фракционного и жирнокислотного состава липидов выполняли на газожидкостном хроматографе «Хроматэк-Кристалл-5000.1» (Россия) в Центре коллективного пользования Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр РАН» (аналитическая лаборатория ИЛ КарНЦ РАН). Пробы листьев каждого вида отбирали в фазу цветения в 5-кратной биологической повторности, анализировали в 3-кратной аналитической повторности.

Результаты и обсуждение

Содержание хлорофиллов у изученных видов сосудистых растений Западного Шпицбергена изменяется от 0,39 до 2,57 мг / г сырой массы

(от 1,27 до 8,29 мг / г сухой массы). Наименьшее содержание хлорофиллов (ниже 0,5 мг / г сырой массы) отмечено у видов: *Silene acaulis*, *Saxifraga cespitosa*, *S. platysepala* и *Euphrasia wettsteinii*. Наибольшим содержанием хлорофиллов (свыше 2 мг / г сырой массы) отличаются виды однодольных растений: *Juncus biglumis*, *Carex lachenalii*, *C. misandra*, *C. nardina* и *C. parallela*. Около 70 % видов сосудистых растений имели низкие значения содержания хлорофилла (до 1,0 мг / г сырой массы), а максимальные значения (выше 2,0 мг / г) — около 5 %.

В отделе покрытосеменных растений по содержанию хлорофиллов нами выделено две группы. В первую группу, с содержанием хлорофиллов менее 1 мг / г сырой массы, вошли виды из сем. *Caryophyllaceae*, *Brassicaceae* и *Saxifragaceae*, которые занимают лидирующее положение в арктических растительных сообществах; во вторую (более 1 мг / г сырой массы) — преимущественно виды из сем. *Juncaceae* (ситниковые), *Cyperaceae*, *Rosaceae* и *Poaceae*, которые тяготеют к специфическим экотопам, из них только некоторые являются доминантами сообществ в Арктике.

При относительной выравненности свето-температурных условий в тундровых сообществах Арктики важным фактором разнообразия пигментов является увлажнение местообитаний. По отношению к нему выделяют ряд экологических групп растений. Многочисленная и разнообразная группа среди исследованных видов — мезофиты с широким диапазоном содержания хлорофиллов (1,3–8,0 мг / г сухой массы). Наибольшее содержание хлорофиллов отмечено у гигромезофитов (5,2 мг / г сухой массы) и мезогигрофитов (4,8 мг/г). Среди гигромезофитов распространенными видами являются *Salix polaris* (5,0 мг / г сухой массы), *Ranunculus sulphureus* (5,55 мг / г), *Poa alpina* var. *vivipara* (4,19 мг / г). Мезогигрофитами являются менее распространенные виды, даже редкие (*Rubus chamaemorus*) или приуроченные к определенным типам сообществ (*Juncus biglumis*, *Carex misandra*, *Phippsia concinna*). Гигрофиты характеризуются достаточно узким диапазоном содержания хлорофиллов, поскольку сюда в основном относятся виды специфических местообитаний — приморских маршей и минеральных болот. В группу эвритопных видов с содержанием хлорофилла в диапазоне, близком к гигрофитам, входят как распространенные во многих сообществах *Saxifraga cespitosa*, *S. cernua*, *Bistorta vivipara*, *Silene acaulis* и *Trisetum spicatum*, так и редкие, встреченные только в некоторых экотопах *Betula nana* и *Salix reticulata*. Число мезоксерофитов незначительно, среди них выделяется только *Luzula confusa* (содержание хлорофилла 5 мг / г сухой массы). Ксеромезофиты включают виды рода *Draba*, *Saxifraga platysepala*, *S. nivalis* и *Polemonium boreale* (2,3–7,1 мг / г сухой массы).

Большинство исследованных видов — поликарпические травы, и только три вида — монокарпические, которые относятся к биоморфе «моно- и олигокарпические травы». Это однолетники *Euphrasia wettsteinii* (содержание хлорофиллов — 1,7 мг / г сухой массы), *Koenigia islandica* (3,8 мг / г) и двулетник *Cochlearia groenlandica* (6,3 мг / г). Число видов с подушковидной жизненной формой небольшое, они имеют низкие значения содержания хлорофиллов (0,4–0,9 мг / г сырой массы). Подушковидные растения — успешная форма роста растений в высоких широтах и различных ландшафтах Арктики. Низкое содержание пигментов в единице массы подушковидных растений компенсируется большим объемом надземной фотосинтезирующей биомассы,

что обеспечивает этой жизненной форме успешное произрастание в экстремальных условиях и создание оптимально локальных климатических условий для произрастания. Разнообразие растений с полностью одревесневающими побегами незначительно: восемь видов кустарничков (в том числе три вечнозеленых) и один частично одревесневающий полукустарничек *Rubus chamaemorus*. Доминируют в арктических сообществах только два вида кустарничков — *Salix polaris* и *Dryas octopetala*. Другие виды являются редкими, встречены в 1–2 местообитаниях (например, *Betula nana*, *Vaccinium uliginosum* и *Rubus chamaemorus*). Содержание хлорофиллов у одревесневающих форм составило 1,6–6,4 мг / г сухой массы.

Флавоноиды — одна из наиболее широко распространенных антиоксидантных систем в мире растений. Синтез флавоноидов индуцируется различными стрессовыми условиями обитания, а уровень их содержания повышается под действием биотических и абиотических факторов среды. Диапазон содержания суммы флавоноидов у 63 изученных видов сосудистых растений Западного Шпицбергена составил 0,9–10,8 % абсолютно сухой массы, что в 2–3 раза выше, чем у растений Субарктики [Жибоедов и др., 1997]. У 85 % исследованных видов отмечены высокие и средние значения содержания флавоноидов, что свидетельствует о важности участия этой группы вторичных метаболитов в процессе адаптации к условиям Крайнего Севера. Отмечено, что у 70 % видов увеличение содержания пигментов сопровождается увеличением содержания флавоноидов. Это дает основание предполагать, что соединения группы флавоноидов активно участвуют в защите фотосинтетического аппарата большой группы арктических растений.

Система выживания растений тесно связана с клеточными мембранами, физические свойства которых, в частности их целостность и «текучесть», зависят от состава липидов и степени десатурации жирных кислот. Липиды как структурно-функциональные компоненты мембран и других органоидов клетки являются важными участниками адаптационного процесса [Schmid, Ohlrogge, 2002]. Количество суммарных липидов (СЛ) в ассимилирующих органах исследованных видов варьирует в широком диапазоне: для травянистых растений — 85,8–401,5, для древесных — 75,8–125,4 мг / г сухой массы. Среди трав максимальное значение отмечено у распространенного вида кисличника *Oxyria digyna*, минимальное — у представителя приморских экотопов — звездчатки *Stellaria humifusa*. Среди одревесневающих форм максимум наблюдается у широко распространенного вида ив *Salix polaris*, а минимум у термофильного вида локальных экотопов — дриады *Dryas octopetala*. В составе СЛ ассимилирующих органов исследованных растений идентифицирован 21 вид жирных кислот (ЖК). Доминирующими ЖК у всех видов (65–91 % от СЛ) являются пальмитиновая, линолевая и α -линоленовая. Нами выявлена корреляция между содержанием суммарных липидов и хлорофиллов ($r = 0,72$ при $p < 0,05$), что свидетельствует о высокой степени взаимодействия структуры и функции ассимиляционной деятельности растений.

Высокое разнообразие жирных кислот, возможно, является одним из стратегических путей регуляции комплекса ЖК и контроля и / или поддержания текучести мембран [Лось, 2014]. Среди древесных форм растений наибольшее разнообразие ЖК отмечено у карликовой березки *Betula nana*,

дриады *Dryas octopetala* и голубики *Vaccinium uliginosum*. Это редкие термофильные виды, обитающие в локальных благоприятных условиях. Содержание насыщенных жирных кислот (НЖК) в СЛ составляет: у травянистых многолетников — 16–44 %, у одревесневающих видов — 25–56 %. Содержание ненасыщенных жирных кислот (ННЖК) у травянистых растений — 56–84 %, у одревесневающих — 44–75 %. Виды, у которых в составе суммарных липидов доминируют НЖК, имеют низкую функциональную активность и занимают ограниченный спектр экотопов. У высокоактивных видов (*Salix polaris*, *Saxifraga cernua*), которые занимают широкий спектр экотопов, отмечено высокое содержание триеновых ННЖК (57–61 % от суммы СЛ). Доминирование насыщенных или ненасыщенных ЖК зависит от холодоустойчивости видов растений, что и определяет их представленность на экотопах исследованной территории.

Заключение

Таким образом, на Шпицбергене возможны две классические стратегии адаптации сосудистых растений. Одна связана с «поиском» в новых климатических условиях тех локальных местообитаний, которые могут соответствовать потребностям вида. Динамика таких ответных реакций связана с сохранением содержания пигментов и функциональной активности, а при выходе за пределы изолированных экотопов отмечается постепенная деградация процессов роста и развития. Другая стратегия — активный процесс, который включает спектр разнообразных приспособлений как на уровне структуры, так и функции. У таких видов за счет выбора широкого спектра экотопов основная часть энергетических процессов тратится на поддержание системы вегетативных и репродуктивных органов, даже за счет снижения их продуктивности. По содержанию пигментов и биологическим особенностям вида можно оценить уровень его функциональной активности в период вегетации и степень адаптированности к условиям Арктики.

Список источников

Жибоедов П. М., Костюк В. И., Кашулин П. А. Динамика синтеза флавоноидных соединений в зависимости от гидротермических условий // Проблемы адаптации растений в Субарктике. Апатиты, 1997. С. 7–18.

Зайчикова С. Г., Кривуш Б. А., Барабанов Е. А. Спектрометрический метод количественного определения суммы флавоноидов в траве зверобоя шероховатого // Современные методы исследований лекарственных растений. М., 1983. С. 103–109.

Лось Д. А. Десатуразы жирных кислот. М., 2014. 372 с.

Матвеева Н. В. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб., 1998. 218 с.

Чернов Ю. И. Экология и биогеография. М., 2008. 580 с.

Чернов Ю. И., Матвеева Н. В. Таксономический состав арктической флоры и пути освоения цветковыми растениями среды тундровой зоны // Журн. общей биологии. 1983. Т. 44. С. 187–201.

Lichtenthaler H. K., Wellburn A. R. Determination of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. 1983. V. 11, № 5. P. 591–592.

Rønning O. I. The Flora of Svalbard. Oslo: Norsk Polarinstitut, 1996. 184 p.

Schmid K. M., Ohlrogge J. B. Lipid metabolism in plants / Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes. Amsterdam: Elsevier, 2002. P. 93–126.

The flora of Svalbard. URL: <https://svalbardflora.no/oldsite/> (дата обращения: 29.10.2021).

References

Chernov Yu. I. Ekologiya i biogeografiya. M., 2008. 580 p.

Chernov Yu. I., Matveyeva N. V. Taksonomicheskiy sostav arkticheskoy flory i puti osvoeniya tsvetkovymi rasteniyami sredy tundrovoy zony // Zhurn. Obshchey biologii. 1983. Vol. 44. P. 187–201.

Lichtenthaler H. K., Wellburn A. R. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. 1983. V. 11, № 5. P. 591–592.

Los D. A. Fatty acid desaturases. M., 2014. 372 p.

Matveyeva N. V. Zonal'nost' v rastitel'nom pokrove Arktiki. SPb., 1998. 218 p.

Rónning O. I. The Flora of Svalbard. Oslo: Norsk Polarinstitut, 1996. 184 p.

Schmid K. M., Ohlrogge J. B. Lipid metabolism in plants / Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes. Amsterdam: Elsevier, 2002. P. 93–126.

The flora of Svalbard. URL: <https://svalbardflora.no/oldsite/> (дата обращения: 29.10.2021).

Zaychikova S. G., Krivush B. A., Barabanov Ye. A. Spektrometricheskij metod kolichestvennogo opredeleniya summy flavonoidov v trave zverboya sherokhovatogo // Sovremennyye metody issledovaniy lekarstvennykh rasteniy. M., 1983. P. 103–109.

Zhiboyedov P. M., Kostyuk V. I., Kashulin P. A. Dinamika sinteza flavonoidnykh soyedineniy v zavisimosti ot gidrotermicheskikh uslovij // Problemy adaptatsii rasteniy v Subarktike. Apatity, 1997. P. 7–18.

Статья поступила в редакцию 03.06.2021; одобрена после рецензирования 23.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 03.06.2021; approved after reviewing 23.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 581.1(470.21)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.024

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *POLYTRICHUM COMMUNE* HEDW. (*POLYTRICHACEAE*, *BRYOPHYTA*) В УСЛОВИЯХ ХИБИНСКИХ ГОР

Ольга Владимировна Ермолаева, Наталья Юрьевна Шмакова

Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия; olia.ermolik@yandex.ru

Аннотация

Представлены данные по содержанию пигментов пластид, интенсивности фотосинтеза, ассимиляционному числу в побегах *Polytrichum commune* Hedw. разного возраста в лесном поясе Хибин. Концентрация хлорофиллов изменяется сезонно: в течение первого года жизни — постепенно увеличивается, достигая наибольшей величины к осени; в течение второго года жизни — увеличивается к середине активной вегетации и остается неизменным до наступления холодов. После перезимовки содержания пигментов в приросте ниже в среднем на 21 %. В период активной вегетации интенсивность фотосинтеза в приростах первого года жизни в 1,6 раза выше, чем в приростах второго года. Осенью интенсивность фотосинтетической активности приростов второго года жизни в два раза ниже, чем первого года. В период активной вегетации эффективность работы хлорофилла выше в приростах первого года жизни. Эффективность работы фотосинтетического аппарата ранней весной в два раза выше, чем осенью.

Ключевые слова:

Polytrichum commune, приросты первого и второго года жизни, пигменты пластид, CO₂-газообмен, ассимиляционное число, Хибины

Благодарности:

работа выполнена по теме научно-исследовательской работы (регистрационный номер АААА-А18-118050490087-3).

Original article

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF *POLYTRICHUM COMMUNE* HEDW. (*POLYTRICHACEAE*, *BRYOPHYTA*) IN THE Khibiny MOUNTAINS

Olga V. Ermolaeva, Natalya Yu. Shmakova

Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; olia.ermolik@yandex.ru

Abstract

This paper presents data on the content of plastid pigments, the photosynthetic intensity and the assimilation number in *Polytrichum commune* Hedw. shoots of different ages in the Khibiny forest belt (PABGI, 67°38'48"N, 33°38'51"E) are presented. The concentration of chlorophylls changes seasonally: in this year's shoots — gradually increases, reaching the highest value by fall; in the last year's shoots — increases by the middle of the active vegetation period and does not change until the onset of cold weather. After overwintering, the pigment content in the shoots was 21 % lower. During the active vegetation period, the photosynthetic intensity in this year's shoots is in 1,6 times higher than in the last year's shoots. In autumn, the photosynthetic activity of the last year's shoots is 2 times lower than in this year's shoots. During the active vegetation period, the chlorophyll's efficiency is higher in this year's shoots. Chlorophyll's efficiency (assimilation number) in *P. commune* shoots of different ages in early spring is in 2 times higher than in fall.

Keywords:

Moss, *Polytrichum commune*, first- and second-year shoots, plastid pigments, CO₂-gas exchange, assimilation number, Khibiny Mts

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts of Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute (AAAA-A18-118050490087-3).

Введение

Мхи — одна из древнейших групп высших растений, встречаются повсеместно до полярных пустынь Арктики и являются доминантами и содоминантами многих растительных сообществ. В Хибинах мхи — важный компонент почвенного покрова фитоценоза, играют значительную роль в накоплении органического вещества и биологическом круговороте веществ. Благодаря уникальной физиологии и морфологии, мхи обладают эффективной системой регуляции водного режима и отличаются высокой толерантностью к факторам среды. Ассимилирующие органы мхов, как и вечнозеленых растений, длительное время поддерживают пигментный аппарат в активном состоянии, что увеличивает период фотосинтетической активности при небольшой продолжительности вегетационного сезона в условиях Крайнего Севера.

Цель работы — изучение содержания фотосинтетических пигментов и ассимиляционной активности мха *Polytrichum commune* в приростах разного возраста в условиях Хибин.

Материалы и методы

Исследования проводили на заповедной территории Полярно-альпийского ботанического сада-института (67°38'48"N, 33°38'51"E), в лесном поясе Хибин, на высоте около 320 м над уровнем моря. Для этого горного района характерны резкие колебания температур, повышенная облачность, обилие туманов, большое число дней с сильными ветрами. Средняя годовая температура составляет – 0,5 °С, самого холодного месяца (февраль) — – 11,6 °С, самого теплого (июль) — + 12,5 °С. Годовое количество осадков около 900 мм, из них почти 50 % выпадает зимой. Продолжительность бесснежного периода колеблется от 80 до 160 дней, безморозный период длится 2,5–3 месяца, но заморозки на почве возможны в любой день лета. Бывают засухи до 2–3 недель [Семко, 1972].

Объект исследования — политрихум обыкновенный *Polytrichum commune* Hedw. (*Polytrichaceae*), один из наиболее крупных представителей верхоплодных мхов, образует рыхлые или густые темно-зеленые дерновинки. Фотосинтетически активными (зелеными) в климатических условиях Хибин остаются, как правило, приросты первых двух лет. Этот эндогидрильный вид способен долго удерживать воду. Среднее содержание воды в ассимилирующих тканях составляет 60–63 %. В исследовании побеги разделяли на приросты первого и второго года жизни.

Содержание фотосинтетических пигментов определяли в спиртовых вытяжках спектрофотометрическим методом [Lichtenthaler, Wellburn, 1983] с помощью спектрофотометра UV-1800 (фирма "Shimadzu", Япония). Определение наблюдаемого фотосинтеза проводили с помощью инфракрасного газоанализатора ГАММА-100 (Россия) в открытой системе. Для выявления количественной связи между содержанием хлорофиллов и скоростью фотосинтеза рассчитали ассимиляционное число (A_c), выражаемое в миллиграммах CO₂ в час на 1 мг хлорофилла [Андрианова, Тарчевский, 2000]. Повторность опытов двукратная. Статистическая обработка данных выполнена с использованием программы Statistica 10.

Результаты и обсуждения

Ростовые процессы и фотосинтетическая активность мхов зависят от климатических особенностей вегетационного сезона.

Формирование годовичного побега. У особой *P. commune*, освободившихся из-под снега, сразу заметен новый прирост первого года жизни (1–2 мм). Это позволяет предположить начало ростовых процессов под снегом, когда его толщина не более 20 см, в естественных подснежных «парничках». Через три недели после схода снега длина прироста составляла около 6 мм, или 15 % от максимальной величины годовичного прироста в конце вегетационного сезона (в среднем 39 мм). В конце июня, когда заканчивается подток талых вод, возможны засушливые периоды с низкими температурами, что затормаживает рост мхов. Период с максимальной среднесуточной скоростью роста можно наблюдать уже в первой декаде июля. В конце августа длина прироста составляет 90 %, а масса — 85 % от годовичной величины. Завершение ростовых процессов отмечено в конце сентября, а фотосинтетическая деятельность при наличии благоприятных условий возможна и позже.

Содержание фотосинтетических пигментов в приростах разного возраста. В приросте первого года жизни содержание хлорофиллов в течение вегетации постепенно увеличивается: от 1,8 мг / г (начало июня) до 3,8 мг / г сухой массы (сентябрь) (табл. 1). Содержание каротиноидов в течение активной вегетации составило в среднем 0,6 мг / г сухой массы, повышение до 0,8 мг / г наблюдали в начале вегетации и при наступлении осенних холодов. Соотношение хлорофиллов в приросте первого года жизни варьировало в диапазоне 2,9–3,3, доля хлорофилла в светособирающем комплексе (ССК, %) составляла 50–63 %, содержание воды в тканях — 60–70 %. При наступлении осенних холодов наблюдали снижение суммарного содержания хлорофиллов и уменьшение оводненности тканей до 55 %. Соотношение хлорофилл / каротиноиды варьировало в пределах 4,0–5,5.

Таблица 1

Фотосинтетическая активность мха *Polytrichum commune*
в приростах разного возраста (Хибины)

Период вегетации	Прирост первого года			Прирост второго года		
	Ф	Хл	Ас	Ф	Хл	Ас
I	2,89 ± 0,26	1,8 ± 0,13	1,60	3,43 ± 0,31	2,84 ± 0,06	1,21
II	4,07 ± 0,3	2,2 ± 0,35	1,85	4,65 ± 0,44	2,81 ± 0,07	1,65
III	9,05 ± 0,53	2,97 ± 0,18	3,05	6,66 ± 0,74	3,6 ± 0,32	1,85
IV	10,91 ± 0,39	3,76 ± 0,19	2,9	6,84 ± 0,55	4,14 ± 0,04	1,65
V	3,4 ± 0,46	3,61 ± 0,76	0,95	1,87 ± 0,36	3,39 ± 0,46	0,55

Примечание. Ф — интенсивность углекислотного газообмена, мг CO₂ / Г_{сух. в.} ч; Хл — содержание хлорофиллов, мг/Г_{сух. в.}; Ас — ассимиляционное число, мг CO₂ / мг хлорофилла в час. Периоды вегетации: I — снеготаяние, устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через + 5 °С (конец апреля — первая декада июня); II — устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через + 10 °С (июнь); III — активная вегетация (июль); IV — активная вегетация (август); V — завершение ростовых процессов, стойчивое снижение среднесуточной температуры воздуха ниже + 10 °С (третья декада сентября — первая декада октября).

После перезимовки в приросте второго года жизни содержание пигментов пластид было на 21 % ниже, чем в осенних образцах (3,6 мг / г сухой массы). Такое состояние пигментного комплекса сохранялось в течение мая — июня, что является, скорее всего, следствием ночных заморозков и низких дневных температур, которые в это время обычны в Хибинах. Потеря влаги ассимилирующими органами *P. commune* (до 50 %) является также защитным механизмом от повреждения тканей низкими температурами. С конца июня содержание хлорофиллов (табл. 1) повышается, достигая максимума к концу августа (4,1 мг / г сухой массы). Изменение содержания хлорофиллов в приросте второго года происходит в основном благодаря концентрации хлорофилла *b*. Величина соотношения хлорофиллов *a* / *b* изменяется от 3,2 в июле до 1,9–2,9 в августе — сентябре, доля хлорофиллов в ССК изменяется от 52 до 76 %, что является следствием погружения приростов второго года жизни вглубь куртины и их затенением новыми приростами первого года. Соотношение хлорофилл / каротиноиды изменяется в пределах 4,1–5,6. Содержание каротиноидов мало изменялось в течение вегетации и составило в среднем 0,74 мг / г сухой массы. С наступлением осенних холодов в приросте второго года отмечено начало побурения листьев, содержание зеленых пигментов снижается на 18 % относительно летнего максимума.

Интенсивность углекислотного газообмена и эффективность работы хлорофилла в приростах разного возраста. Ранней весной после схода снега функцию ассимиляции углекислоты выполняют приросты второго года жизни, причем интенсивность фотосинтеза может достигать 50 % от величины, полученной в период активной вегетации (табл. 1). С конца июня до конца августа колебания интенсивности фотосинтеза находятся в диапазоне 3–7 мг CO₂ / Г_{сух. в. ч.} С конца августа в приросте второго года наблюдали побурение листьев и снижение интенсивности газообмена до 2 мг CO₂ / Г_{сух. в. ч.} По мере формирования прироста текущего года интенсивность фотосинтеза возрастает постепенно, достигая наибольших величин в конце июля — августе, а с наступлением заморозков отмечено снижение ее в три раза. В среднем интенсивность фотосинтеза в приростах первого года жизни в 1,6 раза выше, чем в приростах второго года. В течение вегетации в приростах обоих лет колебания величин фотосинтеза довольно велики. Низкий уровень газообмена или его отсутствие наблюдали в периоды, когда содержание воды в листьях было минимальное (ниже 40 %).

В приросте первого года жизни A_c увеличивается по мере формирования прироста, достигая наибольшего значения в период активной вегетации (в среднем 3,0 мг CO₂ / мг хлорофилла в час). В приросте второго года количество хлорофиллов больше, чем в приросте первого года, но уровень фотосинтеза ниже. Эффективность работы хлорофилла приростов второго года жизни остается относительно постоянной на протяжении всей вегетации и составляет в среднем 1,7 мг CO₂ / мг хлорофилла в час. Увеличение количества пигментов в этот период связано с возникновением затенения с середины июля верхними приростами первого года. Таким образом, начиная со второй половины вегетации вклад приростов второго года жизни в фотосинтетическую продуктивность снижается. Осенью эффективность работы хлорофилла минимальна (A_c — меньше 1 мг CO₂ / мг хлорофилла в час). Несмотря на похожие температурные условия ранней весной и осенью, эффективность работы хлорофилла ранней весной в два раза выше, чем осенью.

Заключение

Фотосинтетический аппарат мха *Polytrichum commune* сохраняет пигментный фонд в течение двух лет жизни и способен к быстрому восстановлению фотосинтетической деятельности после заморозков и схода снежного покрова. Этот эндогидрильный вид отличается наибольшей пластичностью пигментного аппарата, что позволяет занимать местообитания с разным спектром световых условий.

Список источников

Андрюанова Ю. Е., Тарчевский И. А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука, 2000. 135 с.

Семко А. П. Климатическая характеристика Полярно-альпийского ботанического сада // Флора и растительность Мурманской области. Л.: Наука, 1972. С. 73–130.

Lichtenthaler H. K., Wellburn A. R. Determination of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. 1983. V. 11, No 5. P. 591–592.

References

Andrianova Yu. E., Tarchevskiy I. A. Khlrorofill i produktivnost' rasteniy. M.: Nauka, 2000. 135 p.

Lichtenthaler H. K., Wellburn A. R. Determination of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. 1983. V. 11, No 5. P. 591–592.

Semko A. P. Klimaticheskaya kharakteristika Polyarno-al'piyskogo botanicheskogo sada // Flora i rastitel'nost' Murmanskoy oblasti. L.: Nauka, 1972. P. 73–130.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 24.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 24.06.2021; accepted for publication 24.08.2021

Научная статья
УДК 582.711.714:581.132:625.1
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.025

ИЗМЕНЕНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ *SORBUS GORODKOVII* РОЯРКА. В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Наталья Владимировна Салтан, Екатерина Александровна Святковская
Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
saltan.natalya@mail.ru

Аннотация

Изучено содержание фотосинтетических пигментов в листьях и состояние рябины *Sorbus gorodkovii* на территории железнодорожных вокзалов в городах Мурманской области. Наибольшая доля сильно ослабленных растений отмечена в Апатитах и Оленегорске. Наименее ослабленные экземпляры встречаются в городе Полярные Зори. В Мурманске, Оленегорске и Кандалякше выявлен сухостой. Содержание фотосинтетических пигментов в ассимилирующих органах *Sorbus gorodkovii* во всех изученных местообитаниях, кроме Апатитов и Оленегорска, сопоставимо с фоновым вариантом. Обнаружено изменение в соотношении пигментов в сторону увеличения хлорофилла *a* и снижения доли хлорофилла *b* и каротиноидов, не связанное с воздействием железнодорожного транспорта.

Ключевые слова:

фотосинтетические пигменты, листья, *Sorbus gorodkovii*, железная дорога, Заполярье

Original article

CHANGES IN THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF *SORBUS GORODKOVII* POJARK. IN THE RAILWAY IMPACT ZONE

Natalya V. Saltan, Ekaterina A. Sviatkovskaya
Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; saltan.natalya@mail.ru

Abstract

The photosynthetic pigments content in the leaves and the state of *Sorbus gorodkovii* and on the railway stations areas in the cities of the Murmansk region were studied. It was revealed that the least weakened specimens are found in the city of Polyarnye Zori. The largest share of strongly weakened plants was noted in Apatity and Olenegorsk. Dead wood was found in Murmansk, Olenegorsk and Kandalaksha. The content of photosynthetic pigments in the assimilating organs of *Sorbus gorodkovii* in all studied habitats, except for Apatity and Olenegorsk, is comparable to the background. A change in the ratio of pigments in the direction of an increase in chlorophyll *a* and a decrease in the proportion of chlorophyll *b* and carotenoids was found, which was not associated with the impact of railway transport.

Keywords:

photosynthetic pigments, leaves, *Sorbus gorodkovii*, railway station, Kola polar region

Введение

Экологическая обстановка в населенных пунктах Мурманской области вследствие деятельности горнопромышленного комплекса остается довольно напряженной. Большая часть добываемого сырья и продуктов его переработки перевозится железнодорожным транспортом. Помимо доставки химических веществ, при техническом обслуживании и эксплуатации подвижного железнодорожного состава используются опасные материалы, которые при утечке приводят к загрязнению окружающей среды. Основная часть загрязнителей, в первую очередь тяжелых металлов, поступает при перевозке грузов. Общеизвестно, что оздоровлению и снижению уровня загрязнения урбаноcреды способствуют зеленые насаждения. Оценка степени антропогенного влияния на городские растения — одна из актуальных задач экологии.

Высокий уровень хронического загрязнения воздуха техногенными выбросами оказывает негативное влияние на весь комплекс физиологических процессов в растениях, в том числе и на фотосинтез. При таком виде воздействия возможны разнонаправленные изменения содержания и соотношения пигментов в листьях древесных растений [Saibo et al., 2009; Gomes et al., 2011]. Помимо загрязнения множество других экологических факторов (освещенность, температурный режим, влагообеспеченность, рельеф, почва, а также физиологическое состояние самого растения) влияют на протекание фотосинтеза [Jaleel et al., 2009; Ashraf, Harris, 2013].

В городских посадках Мурманской области *Sorbus gorodkovii* является типичным и широко распространенным представителем аборигенной флоры. В настоящее время вопрос о влиянии железнодорожного транспорта на фотосинтетический аппарат растений, произрастающих в полосе отводов, остается слабоизученным. Целью исследования стало изучение воздействия железнодорожного транспорта на содержание фотосинтетических пигментов в листьях *Sorbus gorodkovii* на привокзальных территориях городов Кольского Заполярья.

Объекты и методы

Железнодорожный транспорт в Мурманской области развивается с 1917 г., с периода эксплуатации Мурманской железной дороги. Крупными железнодорожными узлами с сортировочными парками являются города Мурманск и Апатиты. Оленегорск — узловая станция со средней транспортной нагрузкой, минимальный уровень антропогенного воздействия характерен для города Полярные Зори.

Объектами исследования были средневозрастные насаждения *Sorbus gorodkovii*, произрастающие на территории железнодорожных вокзалов пяти городов Мурманской области в 5–10 м от железнодорожных путей. В качестве контроля выбран питомник древесных растений Полярно-альпийского ботанического сада-института, расположенный в 1 км западнее города Апатиты.

В конце вегетационного периода 2019 г. (август) отобраны пробы листьев из средней части кроны дерева на равномерно освещенных местах. В спиртовых экстрактах (96 % этанол) свежих образцов определено содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов) спектрофотометрическим методом (спектрофотометр ПЭ-5400 ВИ, Россия) при длинах волн $\lambda = 665, 649$ и 470 нм соответственно, расчеты сделаны по формулам

для сырого веса [Lichtenthaler, Wellburn, 1983]. На каждой площадке визуально оценено состояние растений *Sorbus gorodkovii* по сумме основных биоморфологических параметров согласно методике [Николаевский, Якубов, 2008].

Результаты и обсуждение

Анализ состояния *Sorbus gorodkovii* по городам показал, что деревья I категории, без признаков ослабления, встречаются только в городах Мурманске и Оленегорске (12 и 2 % соответственно). II категория, слабо ослабленные, преобладает в городе Полярные Зори (62 %). В Кандалакше доминируют две категории (слабо и средне ослабленные, по 33 %), но велика доля сухостоя (19 %). В Апатитах наибольший процент ослабленных деревьев: 46 % — сильно ослабленные и 40 % — средне ослабленные. В Мурманске значительна доля средне ослабленных (40 %), сильно ослабленных — 22 %, сухих деревьев — 14 %. В Оленегорске доминируют сильно ослабленные (40 %) и средне ослабленные (30 %) растения, на долю усыхающих экземпляров приходится 18 %.

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях *Sorbus gorodkovii* значительно варьировало на исследуемых территориях (рис. 1). Количество хлорофилла *a* изменялось от 1226 до 2059 мкг / г сырого веса с максимальными значениями в Апатитах и минимальными — в городе Полярные Зори. По отношению к условно-фоновой (УФ) территории данный показатель значительно выше в Апатитах. Экстремумы распределения содержания хлорофилла *b* и каротиноидов аналогичны хлорофиллу *a*. Содержание хлорофилла *b* варьировало в пределах от 376 до 624 мкг / г, каротиноидов — от 249 до 409 мкг / г сырого веса. Сравнение средних величин количества хлорофилла *b* с фоновым выявило, что оно выше во всех исследованных местообитаниях, за исключением города Полярные Зори. Содержание каротиноидов выше только на привокзальных территориях городов Апатиты и Оленегорска. Количество каротиноидов в листьях сильно коррелировало с хлорофиллом *a* ($r = 0,96$) и в меньшей степени с хлорофиллом *b* ($r = 0,88$).

Величины соотношений хлорофиллов *a* / *b* в пределах 2,0–3,5 и суммы хлорофиллов к каротиноидам в пределах 4–5 считаются оптимальными показателями работы фотосинтетического аппарата растений [Дымова, Головкин, 2018]. В листьях *Sorbus gorodkovii* соотношение *a* / *b* составило (2,95–3,55), соотношение зеленых и желтых пигментов было в диапазоне 5,45–6,56, что объясняется преобладающей долей в пигментном фонде хлорофилла *a*. Соотношение фотосинтетических пигментов как на фоновой территории, так и в условиях урбанизированной среды смещено в сторону преобладания хлорофилла *a* (64–67 %), доли хлорофилла *b* (19–22 %) и каротиноидов (13–15 %) снижены. Более высокий процент хлорофилла *a* вызван продолжительным периодом полярного дня (около двух месяцев) и климатическими условиями и не связан с загрязнением от железнодорожного транспорта.

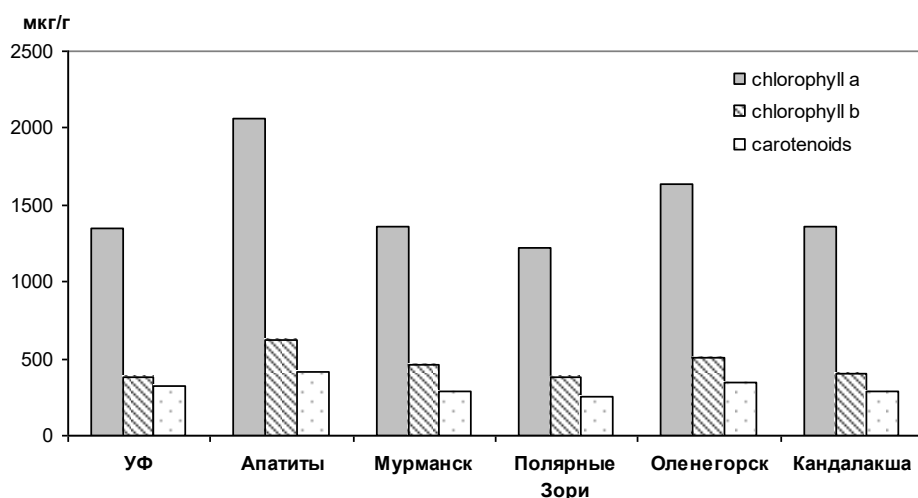


Рис. 1. Среднее содержание хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в листьях рябины *Sorbus gorodkovii* на территории городов Мурманской области

Заключение

Выполненные исследования показали, что состояние *Sorbus gorodkovii* в посадках у железнодорожных вокзалов оценивается как ослабленное в разной степени. Менее ослабленные экземпляры обнаружены в городе Полярные Зори. В Апатитах и Оленегорске наибольший процент сильно ослабленных растений. В Кандалакше, Оленегорске и Мурманске выявлены сухие растения (14–19 %). Содержание фотосинтетических пигментов в ассимилирующих органах *Sorbus gorodkovii* сопоставимо с фоновым аналогом, за исключением городов Апатиты и Оленегорск. Выявлено изменение в соотношении фотосинтетических пигментов в листьях в сторону увеличения хлорофилла *a* и снижения доли хлорофилла *b* и каротиноидов.

Список источников

Дымова О. В., Головки Т. К. Фотосинтетические пигменты: функционирование, экология, биологическая активность // Труды Уфимского научного центра РАН. 2018. № 3–4. С. 5–16. DOI: 10.31040/2222-8349-2018-4-3-5-16

Николаевский В. С., Якубов Х. Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений в крупном городе. М.: Наука, 2008. 67 с.

Ashraf M., Harris P. J. C. Photosynthesis under stressful environments: An overview // Photosynthetica. 2013. V. 51, No. 2. P. 163–190.

Jaleel C. A., Manivannan P., Wahid A. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition // Int. J. Agr. Biol. 2009. V. 11, No. 1. P. 100–105.

Gomes M. P., Marques T. C. L., Nogueira M. O. G., Castro E. M., Soares B. M. Ecophysiological and anatomical changes due to uptake and accumulation of heavy metal in *Brachiaria decumbens* // Scientia Agricola. 2011. V. 68, No. 5. P. 566–573.

Lichtenthaler H. K., Wellburn A. R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents // Biochemical society transactions. 1983. V. 11, No. 5. P. 591–592.

Saibo N. J. M., Lourenzo T., Oliveira M. M. Transcription factors and regulation of photosynthetic and related metabolism under environmental stresses // Annals of botany. 2009. V. 103, No. 4. C. 609–623.

References

Ashraf M., Harris P. J. C. Photosynthesis under stressful environments: An overview // Photosynthetica. 2013. V. 51, No. 2. P. 163–190.

Dymova O. V., Golovko T. K. Photosynthetic pigments: functioning, ecology and biological activity // Izvestia Ufimskogo Nauchnogo Tsentra RAN. 2018. N 3–4. P. 5–16. DOI: 10.31040/2222-8349-2018-4-3-5-16

Gomes M. P., Marques T. C. L., Nogueira M. O. G., Castro E. M., Soares B. M. Ecophysiological and anatomical changes due to uptake and accumulation of heavy metal in *Brachiaria decumbens* // Scientia Agricola. 2011. V. 68, No. 5. P. 566–573.

Jaleel C. A., Manivannan P., Wahid A. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition // Int. J. Agr. Biol. 2009. V. 11, No. 1. P. 100–105.

Lichtenthaler H. K., Wellburn A. R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents // Biochemical society transactions. 1983. V. 11, No. 5. P. 591–592.

Nikolayevskiy V. S., Yakubov H. G. Ekologicheskiy monitoring zelenykh nasazhdeniy v krupnom gorode. M.: Nauka, 2008. 67 p.

Saibo N. J. M., Lourenzo T., Oliveira M. M. Transcription factors and regulation of photosynthetic and related metabolism under environmental stresses // Annals of botany. 2009. V. 103, No. 4. C. 609–623.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 58.036.5
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.026

ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХРАНЕНИЯ СЕМЯН САЛАТА ПОСЕВНОГО *LACTUCA SATIVA* L. НА ВСХОЖЕСТЬ И ХРОМОСОМНЫЕ АБЕРРАЦИИ В КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЕ ПРОРОСТКОВ

Наталья Геннадьевна Платова

Государственный научный центр Российской Федерации — Институт
медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва, Россия;
nataliaspl@inbox.ru

Аннотация

Изучены цитогенетические характеристики, динамика прорастания и всхожесть семян салата посевного *Lactuca sativa* L. при двух режимах хранения семян: в холодильнике при + 4 °С и в морозильной камере при – 18 °С в течение трех суток. Отмечено отсутствие статистически значимых различий между вариантами по критериям частоты клеток с хромосомными aberrациями, клеток с множественными aberrациями, среднего количества клеток в стадиях ана-телофазы. Процент хромосомных мостов и фрагментов, а также хроматидных мостов и фрагментов значимо не увеличен. Энергия прорастания и всхожесть обоих вариантов находится на уровне 99–100 %. Кратковременное низкотемпературное хранение не оказывает значимого влияния на семена салата по изученным показателям.

Ключевые слова:

низкотемпературное хранение, всхожесть, хромосомные aberrации, семена салата, *Lactuca sativa*

Благодарности:

работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований Государственного научного центра Российской Федерации — Института медико-биологических проблем Российской академии наук, тема 65.2.

Original article

INFLUENCE OF LOW-TEMPERATURE STORAGE OF LETTUCE SEEDS *LACTUCA SATIVA* L. ON GERMINATING ABILITY AND CHROMOSOME ABERRATION IN SEEDLING ROOT MERISTEM

Natalya G. Platova

Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow,
Russia; nataliaspl@inbox.ru

Abstract

We investigated cytogenetic characteristics and germination of *Lactuca sativa* lettuce seeds of two storage procedure in refrigerator at a temperature of + 4 °C and in freezing chamber at a temperature of – 18 °C in the course of 3 days. There was no significant increase in the percentage of cells with chromosome aberrations, cells with multiple aberrations, mean amount of ana-telophase cells per root. The percentage of chromosomal bridges and fragments, the percentage of chromatid bridges and fragments were not significantly increased. The seed vigor and germinating ability of both variants are at the level of 99–100 %. Short-time low-temperature storage do not have significant influence on lettuce seeds on investigated criteria.

Keywords:

low-temperature storage, seed germination, chromosome aberrations, lettuce seeds, *Lactuca sativa*

Acknowledgments:

this work was supported by the Russian Science Foundation fundamental research program of the State Scientific Center of the Russian Federation — Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, project 65.2.

Введение

При использовании семян в качестве тест-объектов для экспериментов в космосе и полярных районах необходимо знать их реакцию на воздействие экстремальных факторов окружающей среды. При экспонировании семян в открытом космическом пространстве снаружи космических аппаратов колебания температуры могут быть весьма значительными. Семена салата используются в космических радиобиологических экспериментах [Каминская и др., 2009] и выбраны нами для оценки влияния кратковременного неглубокого замораживания. Для сохранения семян применяется глубокое и неглубокое замораживание [Тихонова, 1999], при котором всхожесть большинства культур сохраняется на высоком уровне. Показано, что семена плодовых и ягодных растений с влажностью 5–6 % можно хранить при температуре – 18 °С в течение нескольких лет без снижения их жизнеспособности [Сафина, Бурмистров, 2008]. Семена 16 дикорастущих видов с вынужденным покоем и неглубоким физиологическим покоем сохраняли исходную всхожесть после девяти лет хранения при температуре – 20 °С [Левицкая, 2014]. Данных по хромосомным нарушениям недостаточно. Так, хранение семян лука-батуна при температурах + 4, – 6 и – 18 °С не вызывает изменений лабораторной всхожести, митотической активности, частоты хромосомных aberrаций в апикальной меристеме корешков проростков по сравнению с контролем [Прокопьев и др., 2014]. В то же время отмечено увеличение частоты хромосомных повреждений при глубоком и неглубоком замораживании семян *Aconitum odoratum* [Тихонова и др., 1996].

Цель данной работы — сравнение всхожести и уровня хромосомных aberrаций в первом митозе корневой меристемы проростков, полученных из семян салата посевного *Lactuca sativa* при двух разных низкотемпературных режимах хранения.

Материалы и методы

В эксперименте использовали семена *L. sativa* урожая 2012 г., выращенные в условиях защищённого грунта ФГБУН «Федеральный научный центр овощеводства». После получения семян в декабре 2012 г. их часть (ОП) была помещена в морозильную камеру при температуре – 18 °С на 3 суток, затем перемещена на 2 суток в холодильник и хранилась при температуре + 4 °С. Контролем (К) служили семена, хранившиеся при температуре + 4 °С. Семена в количестве 100 штук проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой. Замоченные семена помещали на сутки в холодильник, затем проращивали при комнатной температуре. Определяли энергию прорастания на третьи сутки и всхожесть на седьмые сутки. Проростки фиксировали в ацеталкоголе, окрашивали орцеином. Использовали ана-телофазный метод учета хромосомных aberrаций в первом митозе меристемы корня. Для варианта ОП, хранившегося при – 18 °С, просмотрены препараты 20 корешков, для контроля — 30. Статистический анализ проводили с помощью *t*-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение

На вторые сутки после замачивания количество проросших семян составило 96–97 %, энергия прорастания и всхожесть — 99–100 %. По данным критериям не выявлено различий между вариантами ОП и К. Данные цитогенетического анализа представлены в табл. 1 и 2. Процент клеток с хромосомными aberrациями и клеток с множественными aberrациями ОП варианта значимо не отличался от К. Среднее количество делящихся клеток в стадиях ана-телофазы оставалось на уровне контроля. Процент хромосомных мостов и фрагментов, а также хроматидных мостов и фрагментов также значимо не увеличен.

Таблица 1

Результаты цитогенетического анализа семян салата *Lactuca sativa*.
Аберрантные клетки

Вариант хранения	Количество просмотренных делящихся клеток в стадиях ана-телофазы	% аберрантных клеток	% клеток с множественными aberrациями	Среднее количество делящихся клеток в стадиях ана- и телофазы на один корешок
При + 4 °С	4714	0,55 ± 0,11	0,15 ± 0,06	153 ± 6
При – 18 °С	2890	0,69 ± 0,15	0,14 ± 0,07	145 ± 10

Таблица 2

Результаты цитогенетического анализа семян салата *Lactuca sativa*.
Характеристики aberrаций

Вариант хранения	Количество aberrаций на одну аберрантную клетку	% хромосомных мостов и фрагментов	% хроматидных мостов и фрагментов
При + 4 °С	1,35	0,48 ± 0,10	0,24 ± 0,07
При – 18 °С	1,25	0,62 ± 0,14	0,24 ± 0,09

В дальнейших экспериментах использовали семена салата, постоянно хранившиеся при температуре + 4 °С. Семена сохраняли высокую энергию прорастания и всхожесть, а также низкий уровень спонтанного мутагенеза [Платова и др., 2019; Лебедев и др., 2020].

Заключение

Кратковременное низкотемпературное хранение семян салата *Lactuca sativa* в течение трёх суток при температуре – 18 °С не приводит к значимому изменению энергии прорастания и всхожести и не ведёт к значимому увеличению процента клеток с хромосомными aberrациями.

Список источников

Каминская Е. В., Невзгодина Л. В., Платова Н. Г. Биообъекты и биологические методы оценки воздействия космической радиации // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2009. Т. 43, № 5. С. 8–12.

Лебедев В. М., Платова Н. Г., Спасский А. В., Труханов К. А., Загирдинова Э. Ф. Использование 120 см циклотрона для исследования совместного воздействия ионизирующего излучения и гипомагнитных условий на семена салата // Известия РАН. Серия физическая. 2020. Т. 84, № 4. С. 487–491. DOI: 10.31857/S0367676520040171

Левицкая Г. Е. Влияние температуры хранения на семена дикорастущих видов. 1 семена с вынужденным покоем и неглубоким физиологическим покоем // Растительные ресурсы. 2014. Т. 50, № 4. С. 534–548.

Прокопьев И. А., Филиппова Г. В., Шеин А. А. Влияние различных условий хранения лука-батуна на всхожесть и цитогенетические характеристики их проростков // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 2. С. 410–415.

Сафина Г. Ф., Бурмистров Л. А. Влияние низких и сверхнизких температур на жизнеспособность семян плодовых и ягодных растений // Вестник ВОГиС. 2008. Т. 12, № 4. С. 541–547.

Тихонова В. Л. Долговременное хранение семян // Физиология растений. 1999. Т. 46, № 3. С. 467–476.

Тихонова В. Л., Шугаева Е. В., Фирсанова В. М. Жизнеспособность семян некоторых видов дикорастущих лекарственных растений при глубоком и неглубоком замораживании // Растительные ресурсы. 1996. Т. 32, № 3. С. 43–50.

Платова Н. Г., Лебедев В. М., Спасский А. В., Труханов К. А. Хромосомные aberrации в корневой меристеме проростков салата при облучении семян ускоренными ионами углерода и прорастании в гипомагнитных условиях // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2019. Т. 53, № 4. С. 93–100. DOI:10.21687/0233-528X-2019-53-4-93-100

References

Kaminskaya E. V., Nevzgodina L. V., Platova N. G. Bio-objects and biological methods of space radiation effects evaluation // Aerospace and Environmental Medicine. 2009. Vol. 43, No 5. P. 8–12.

Lebedev V. M., Platova N. G., Spasskiy A. V., Trukhanov K. A., Zagirdinova E. F. Ispol'zovaniye 120 sm tsiklotrona dlya issledovaniya sovmestnogo vozdeystviya ioniziruyushchego izlucheniya i gipomagnitnykh usloviy na semena salata // Izvestiya RAN. Seriya fizicheskaya. 2020. Vol. 84, No 4. P. 487–491. DOI: 10.31857/S0367676520040171

Levitskaya G. E. The influence of the storage temperature on the seeds of wild species. 1. the not-dormant seeds and seeds with non-deep physiological dormancy // Rastitel'nye resursy. 2014. Vol. 50, N 4. P. 534–548.

Platova N. G., Lebedev V. M., Spasskiy A. V., Trukhanov K. A. Chromosomal aberrations in the lettuce sprout root meristem after seed irradiation by accelerated carbon ions and germination in hypomagnetic environment // Aerospace and Environmental Medicine. 2019. Vol. 53, No 4. P. 93–100. DOI: 10.21687/0233-528X-2019-53-4-93-100

Prokopyev I. A., Filippova G. V., Shein A. A. Vliyanie razlichnykh usloviy khraneniya luka-batuna na vskhozhest' i tsitogeneticheskiye kharakteristiki ikh prorostkov // Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. 2014. Vol. 18, No 2. P. 410–415.

Safina G. F., Burmistrov L. A. Vliyanie nizkikh i sverkh nizkikh temperatur na zhiznesposobnost' semyan plodovykh i yagodnykh rasteniy // Vestnik VOGiS. 2008. Vol. 12, No 4. P. 541–547.

Tikhonova V. L. Dolgovremennoye khraneniye semyan // *Fiziologiya rasteniy*. 1999. Vol. 46, No 3. P. 467–476.

Tikhonova V. L., Shugayeva Ye. V., Firsanova V. M. Zhiznesposobnost' semyan nekotorykh vidov dikorastushchikh lekarstvennykh rasteniy pri glubokom i neglubokom zamorazhivanii // *Rastitel'nyye resursy*. 1996. Vol. 32, No 3. P. 43–50.

Статья поступила в редакцию 03.06.2021; одобрена после рецензирования 18.10.2021; принята к публикации 18.10.2021.

The article was submitted 03.06.2021; approved after reviewing 18.10.2021; accepted for publication 18.10.2021.

Научная статья
УДК 581.132; 635.922
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.027

АССИМИЛЯЦИОННЫЙ АППАРАТ *CHRYSANTHEMUM* × *HORTORUM* BAILEY В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ

Кристина Валерьевна Клемешова, Татьяна Юрьевна Габуева
Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр
Российской академии наук», Сочи, Россия; klemeshova_kv@mail.ru,
tatyana_litus@mail.ru

Аннотация

Определены сортовые особенности в содержании основных фотосинтетических пигментов и сухих веществ в листьях хризантемы садовой (*Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey). Отмечены существенные различия показателей в зависимости от условий выращивания в открытом и закрытом грунтах. Изучена динамика накопления хлорофиллов, каротиноидов, органических соединений и минеральных веществ в различные фенологические фазы (бутонизации и массового цветения).

Ключевые слова:

хризантема садовая, влажные субтропики, хлорофилл, каротиноиды, сухие вещества, открытый и закрытый грунт

Original article

ASSIMILATION APPARATUS OF *CHRYSANTHEMUM* × *HORTORUM* BAILEY IN THE CONDITIONS OF RUSSIAN WET SUBTROPICS

Kristina V. Klemeshova, Tatyana Y. Gabueva
Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy
of Sciences, Sochi, Russia; klemeshova_kv@mail.ru, tatyana_litus@mail.ru

Abstract

The varietal characteristics in the content of the main photosynthetic pigments and dry substances in the leaves of *Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey have been determined. Significant differences in indicators were noted depending on the growing conditions in open and closed grounds. The dynamics of the accumulation of chlorophylls, carotenoids and dry substances in different periods of flowering (budding and mass flowering) has been studied.

Keywords:

Chrysanthemum × *hortorum*, wet subtropics, chlorophyll, carotenoids, dry matters, open and closed ground

Введение

Благоприятные условия влажных субтропиков России подходят для культивирования многих цветочно-декоративных культур, в том числе хризантем. Анализ литературных данных показал возможность культивирования хризантемы садовой *Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey для получения среза в районе Сочи в условиях открытого и закрытого грунта [Траутвейн и др., 2018, 2019].

На базе ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр РАН» (ФИЦ СНЦ РАН) на протяжении полувека занимались промышленным выращиванием хризантем. На начальном этапе исследований (1972–1982 гг.) растения культивировали в условиях открытого грунта с использованием укрывных плёночных конструкций в зимний период, в дальнейшем (с 1995 г.) изучение сортифта проходило в закрытом грунте (в стеклянных теплицах на солнечном обогреве). В настоящий момент вопрос об оптимальных условиях выращивания хризантем в регионе остаётся открытым.

Материалы и методы

Объекты исследований — крупноцветные и мелкоцветные сорта хризантемы садовой *Chrysanthemum × hortorum* Bailey, культивируемые в закрытом и открытом грунтах отдела агротехники и питомниководства ФИЦ СНЦ РАН, в селе Раздольное, город Сочи, в 2018–2020 гг.

Научные исследования осуществляли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Методика..., 1968] и методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность хризантемы (многолетней) *Chrysanthemum* spec. [Методика..., 1995]. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях хризантемы садовой изучали в фазы бутонизации и массового цветения. Пигменты экстрагировали 96 % этанолом из зрелых листьев растений (навеска 170 мг) методом А. А. Шлыка [1971]. Содержание фотосинтетических пигментов определяли по спектрам поглощения (длины волн для хлорофилла *a* — 665 нм, хлорофилла *b* — 649, суммы каротиноидов — 440,5 нм) на спектрофотометре ПЭ–5400ВИ (Россия). Количество пигментов в экстрактах рассчитывали по формулам, предложенным Смитом и Бенитезом [Wintermans, De Mots, 1965; Шлык, 1971]. Данные статистически обработаны по Б. А. Доспехову [1985] с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Одна из характерных особенностей цветковых растений — это необычная эволюционная пластичность листа, его удивительная полиморфность. Ассимиляционный аппарат растений чутко реагирует на изменения внешних условий, в том числе на колебания влажности и температуры воздуха, уровня освещённости. Экологические условия отражаются не только на форме и размерах листа, но и на качественных показателях и строении. По содержанию фотосинтетических пигментов в листьях хризантемы садовой отмечено существенное варьирование в зависимости как от условий выращивания, так и от сорта. Динамика изменения содержания пигментов в периоды бутонизации и массового цветения показана на рис. 1.

В период бутонизации в среднем по сортам содержание суммарных хлорофиллов в закрытом грунте выше, чем в открытом ($1,953 \pm 0,440$ и $1,927 \pm 0,270$ мг / г сырого веса соответственно). С наступлением массового цветения среднее количество зелёных пигментов в закрытом грунте остаётся практически на прежнем уровне ($1,956 \pm 0,458$ мг / г), а в открытом — снижается до $1,784 \pm 0,258$ мг/г. Максимальное количество хлорофиллов вне зависимости от условий культивирования характерно для сорта *Annecy White*: $3,087 \pm 0,047$ мг / г в закрытом и $2,496 \pm 0,071$ мг / г в открытом грунтах. Низким содержанием пигментов в сравнении с другими сортами отличаются хризантемы *Sevan* ($1,798 \pm 0,081$ и $1,599 \pm 0,110$ мг / г) и *Gagarin* ($1,530 \pm 0,155$ и $1,699 \pm 0,059$ мг / г).

У целого ряда сортов соотношение содержания хлорофиллов в открытом и закрытом грунтах не меняется в зависимости от периода цветения, исключение составляют Gagarin, Золотая Нива, Vesuvio и Zembla White.

Почти у всех сортов хризантемы содержание каротиноидов в листьях прямо пропорционально содержанию хлорофиллов и варьирует в период бутонизации в закрытом грунте от 0,288 мг / г у сорта Gagarin до 0,517 мг / г у Annecy White, в открытом — от 0,291 до 0,439 мг / г сырого веса у Sevan и Annecy White соответственно. С наступлением массового цветения в закрытом грунте среднее количество каротиноидов, как и в случае с зелёными пигментами, остаётся на прежнем уровне ($0,357 \pm 0,074$ мг / г), а в открытом грунте снижается на 3,6 % — до $0,348 \pm 0,046$ мг / г, что может свидетельствовать об эффективности работы фотосинтетического аппарата в оптимальных внешних условиях. Минимальные значения суммарных каротиноидов в период массового цветения характерны для сорта Gagarin в закрытом и открытом грунтах (рис. 2).

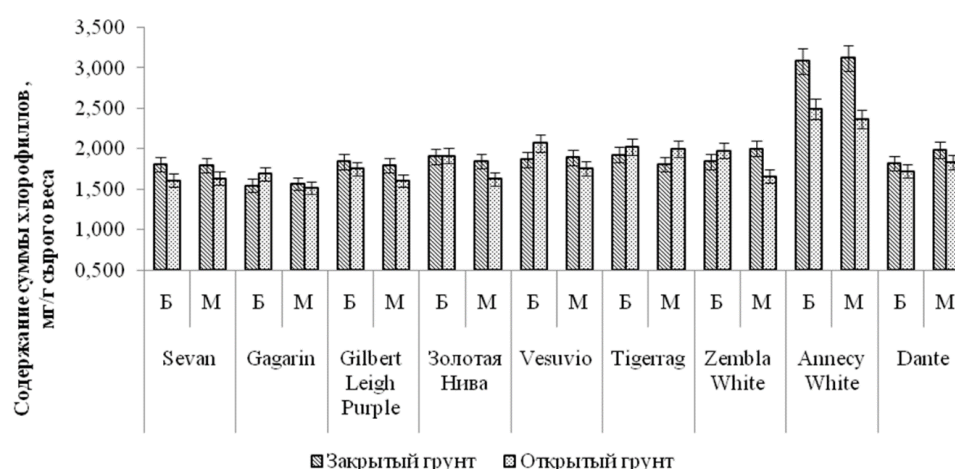


Рис. 1. Суммарное содержание хлорофиллов в листьях хризантемы садовой разных сортов в периоды бутонизации (Б) и массового цветения (М)

В содержании сухих веществ в листьях хризантемы садовой также наблюдаются различия в зависимости от сортовой принадлежности и условий выращивания. Для периода бутонизации характерно среднее содержание органических соединений и минеральных веществ в закрытом грунте — $16,5 \pm 1,4$ %, в открытом — $17,6 \pm 3,0$ %; для массового цветения: в закрытом грунте — $15,0 \pm 1,7$ %, в открытом — $13,9 \pm 2,8$ %. На фоне остальных сортов выделяются Zembla White и Gagarin, у которых накопление органических и неорганических веществ в листьях интенсивнее в открытом грунте вне зависимости от периода цветения (рис. 3).

Заключение

Выявлены сортовые отличия содержания и соотношения основных фотосинтетических пигментов и сухих веществ в листьях хризантемы садовой в период бутонизации и массового цветения. Изучение качественных показателей листа позволит выделить сорта, подходящие для выращивания в открытом и закрытом грунтах для получения среза в условиях влажных субтропиков России.

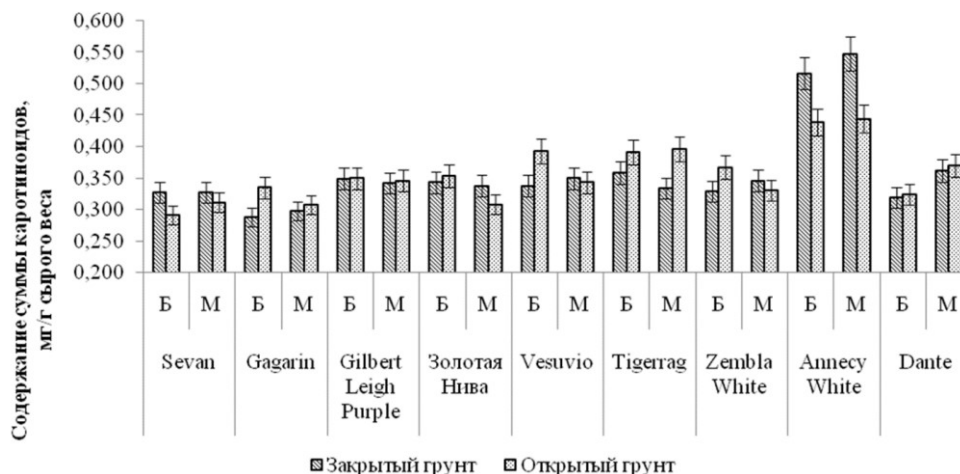


Рис. 2. Суммарное содержание каротиноидов в листьях хризантемы садовой разных сортов в периоды бутонизации (Б) и массового цветения (М)

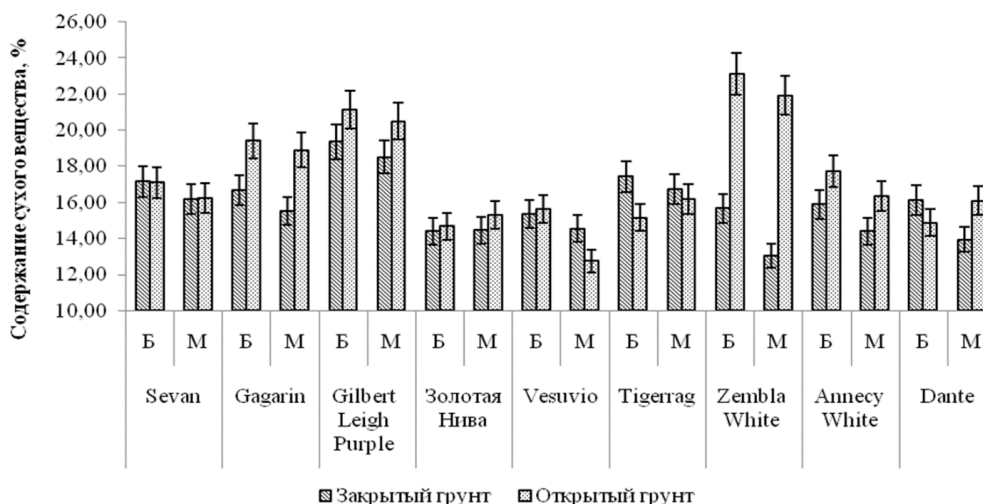


Рис. 3. Накопление сухих веществ в листьях хризантемы садовой разных сортов в периоды бутонизации (Б) и массового цветения (М)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 6: Декоративные культуры. М.: Колос, 1968. 224 с.

Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность хризантемы (многолетней) *Chrysanthemum* spec // Официальный бюллетень Государственной комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений. 1995. № 3. 12 с.

Траутвейн К. С., Клемешова К. В. Анализ изучения культуры *Chrysanthemum × hortorum* Bailey во Всероссийском научно-исследовательском институте цветоводства и субтропических культур // Субтропическое

и декоративное садоводство. 2018. Вып. 64. С. 26–33.

Trautveyn K. S., Klemeshova K. V. Динамика коллекции *Chrysanthemum × hortorum* Bailey во Всероссийском научно-исследовательском институте цветоводства и субтропических культур // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 58. С. 80–89.

Шлык А. А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зелёных листьев // Биохимические методы физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–170.

Winternans J. F., De Mots G. M. Biochim. Etbiophys // Acta. 1965. P. 109–448.

References

Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.

Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Вып. 6: Dekorativnyye kul'tury. M.: Kolos, 1968. 224 p.

Metodika provedeniya ispytaniy na otlichimost', odnorodnost' i stabil'nost' khrizantemy (mnogoletney) *Shrysanthemumspec* // Ofitsial'nyy byulleten' Gosudarstvennoy komissii RF po ispytaniyu i okhrane selektsionnykh dostizheniy. 1995. No 3. 12 p.

Shlyk A. A. Opredeleniye khlorofilla i karotinoidov v ekstraktakh zelonykh list'yev // Biokhimicheskiye metody fiziologii rasteniy. M.: Nauka, 1971. P. 154–170.

Trautveyn K. S., Klemeshova K. V. Analiz izucheniya kul'tury *Chrysanthemum × hortorum* Bailey vo Vserossiyskom nauchno-issledovatel'skom institute tsvetovodstva i subtropicheskikh kul'tur // Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo. 2018. Iss. 64. P. 26–33.

Trautveyn K. S., Klemeshova K. V. Dinamika kollektzii *Chrysanthemum × hortorum* Bailey vo Vserossiyskom nauchno-issledovatel'skom institute tsvetovodstva i subtropicheskikh kul'tur // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2019. Vol. 58. P. 80–89.

Winternans J. F., De Mots G. M. Biochim. Etbiophys // Acta. 1965. P. 109–448.

Статья поступила в редакцию 30.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 30.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 58.057
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.028

ДОЗИМЕТРИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ СЕМЯН САЛАТА ПРИ ЭКСПОНИРОВАНИИ НА БИОСПУТНИКЕ «БИОН-М» № 1

**Ольга Алексеевна Иванова, Наталия Геннадьевна Платова,
Раиса Владимировна Толочек, Вячеслав Александрович Шуршаков**
Государственный научный центр Российской Федерации — Институт
медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва, Россия;
olivette@mail.ru

Аннотация

Изучены цитогенетические характеристики семян салата посевного *Lactuca sativa* L., экспонированные в сборке, расположенной внутри биоспутника «Бион-М» № 1. Поглощенная доза по твердотельным дозиметрам, помещенным внутри сборки, составила 58 ± 3 мГр. Выявлено достоверное ($p \leq 0,001$) увеличение процента клеток с хромосомными aberrациями, клеток с множественными aberrациями, а также процента хромосомных мостов и фрагментов; процент хроматидных мостов и фрагментов существенно не увеличен. При этом энергия прорастания и всхожесть семян полётного варианта остаётся на уровне контроля — 99–100 %.

Ключевые слова:

космическая радиация, биоспутник «Бион-М» № 1, семена салата, хромосомные aberrации, *Lactuca sativa*

Благодарности:

работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований Государственного научного центра Российской Федерации — Института медико-биологических проблем Российской академии наук, тема 65.2.

Original article

DOSIMETRIC SUPPORT OF BIOLOGICAL EXPERIMENTS ON AN EXAMPLE OF LETTUCE SEEDS EXPOSED ON BION-M1 BIOLOGICAL SATELLITE

**Olga A. Ivanova, Natalya G. Platova, Raisa V. Tolochek,
Vyacheslav A. Shurshakov**
Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow,
Russia; olivette@mail.ru

Abstract

The cytogenetic characteristics of *Lactuca sativa* lettuce seeds exposed in a package located inside the Bion-M1 biosatellite were studied. The absorbed dose according to solid-state dosimeters placed inside the package was 58 ± 3 mGy. There was a significant ($p \leq 0,001$) increase in the percentage of cells with chromosome aberrations, cells with multiple aberrations, as well as the percentage of chromosomal bridges and fragments; the percentage of chromatid bridges and fragments was not significantly increased. At the same time, the seed vigor and germinating ability of the flight samples remain at the control level of 99–100 %.

Keywords:

space radiation, Bion-M1 biosatellite, lettuce seeds, chromosome aberrations, *Lactuca sativa*

Acknowledgments:

this work was supported by the Russian Science Foundation fundamental research program of the State Scientific Center of the Russian Federation — Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, project 65.2.

Введение

Радиация является неустранимым фактором космического полёта. Основные источники космической радиации — галактические космические лучи (ГКЛ), солнечные космические лучи и радиационные пояса Земли (РПЗ). На человека и биологические объекты, находящиеся на борту, действует сложный состав космического излучения, различные параметры которого необходимо принимать во внимание при оценке биологических эффектов. Биоспутник «Бион-М» № 1 — это космический аппарат, летавший в автоматическом режиме и предназначенный для изучения влияния факторов космического полёта на биологические объекты. Внутри биоспутника функционировала система жизнеобеспечения экспериментальных животных, поддерживались в заданном диапазоне температура и параметры воздушной среды [Сычев и др., 2014]. Полёт проходил с 19 апреля по 19 мая 2013 г. в течение 30 суток по околокруговой орбите на высоте 575 км с углом наклона 64,9 ° в условиях невозмущенной радиационной обстановки и при отсутствии солнечных протонных событий. Семена салата *Lactuca sativa* используются в качестве модельного биообъекта в космических радиобиологических экспериментах на биоспутниках и орбитальных станциях [Каминская и др., 2009].

Цель данной работы — сопоставление данных радиационной дозиметрии с цитогенетическими показателями в корневой меристеме проростков салата *Lactuca sativa*, полученных из экспонированных на биоспутнике и из контрольных семян.

Материалы и методы

Радиационная обстановка контролировалась с использованием активных и пассивных дозиметров. Путем совместного анализа данных термолюминесцентных и твердотельных трековых детекторов были измерены коэффициент качества излучения и интегральная эквивалентная доза [Иноземцев и др., 2015]. Для измерения динамики мощности дозы вдоль траектории движения спутников использовался кремниевый полупроводниковый детектор — дозиметр-радиометр РДЗ-БЗ (изготовитель — ИКИТ БАН, Болгария), полученные данные сравнивались с моделями захваченной космической радиации. Вклад вторичных нейтронов оценивался с помощью пузырьковых детекторов (изготовитель Bubble Technology, Канада). Внутри биоспутника были размещены четыре сборки пассивных детекторов (СПД) в местах с различной толщиной защиты. В данной работе представлены данные по сборке СПД-4, которая располагалась рядом с прибором РДЗ-БЗ. В сборках находились термолюминесцентные и твердотельные трековые детекторы исследователей из различных стран совместно с семенами салата, упакованными в полотняный мешочек.

В эксперименте использовали семена салата посевного *Lactuca sativa* сорта Московский парниковый урожая 2012 г., выращенные в условиях защищенного грунта ФГБУН «Федеральный научный центр овощеводства». Через пять суток после приземления биоспутника семена замачивали в чашках

Петри на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой, и помещали на сутки в холодильник при $t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, а затем проращивали при комнатной температуре. Отмечали энергию прорастания как процент семян, проросших на третьи сутки, и всхожесть — на седьмые сутки. Использовали ана-телофазный метод учёта хромосомных aberrаций в первом митозе корневой меристемы. Проростки фиксировали в ацеталкоголе, окрашивали орцеином и делали временные препараты. Для каждого варианта было просмотрено по тридцать корешков, в каждом корешке учитывали все делящиеся клетки. Статистический анализ проводили с помощью t -критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Данные РДЗ–БЗ позволили по методике профессора Ц. Дачева определить отдельный вклад в дозу различных источников ионизирующего излучения [Dachev et al., 2013]. Так, для орбиты «Бийон-М» № 1 ГКЛ дают 12 %, протоны внутреннего РПЗ — 87 % и релятивистские электроны внешнего РПЗ — 1 % в полную эквивалентную дозу. Вклад вторичных нейтронов, образующихся при взаимодействии с веществом космического аппарата протонов внутреннего РПЗ и частиц ГКЛ, составил около 5 % внутри относительно небольшого и легкого (три тонны) биологического спутника. Данные по дозам внутри сборок СПД представлены в работах [Иноземцев и др., 2015; Ambrožová et al., 2017].

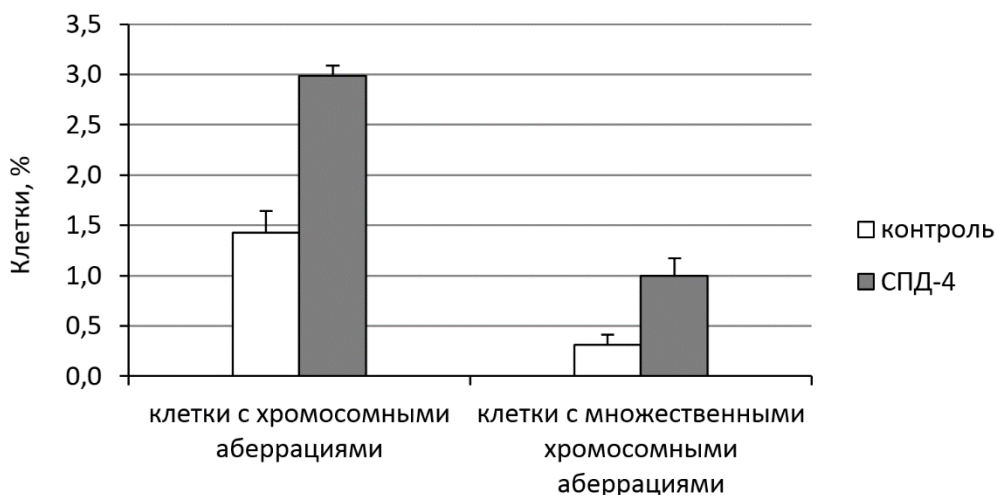


Рис. 1. Процент клеток с aberrациями в корневой меристеме проростков салата *Lactuca sativa* в контрольном и полетном (СПД-4) вариантах

Поглощенная доза внутри сборки СПД-4 составила 58 ± 3 мГр. Энергия прорастания и всхожесть контрольных и полётных семян достигали 99–100 %. Среднее количество клеток в стадиях ана-телофазы существенно не менялось. Процент клеток с хромосомными aberrациями и клеток с множественными хромосомными aberrациями (рис. 1) был достоверно повышен у полётного варианта по сравнению с контрольным ($p \leq 0,001$). При этом основной вклад вносили хромосомные мосты и фрагменты, процент которых был достоверно повышен ($p \leq 0,001$), а процент хроматидных мостов и фрагментов существенно

не отличался от контроля (рис. 2). Вероятно, такой уровень хромосомных aberrаций при небольшой поглощенной дозе определялся вкладом тяжелых ионов, биологическая эффективность которых весьма высока [Невзгодина и др., 1990]. Близкий уровень хромосомных aberrаций наблюдался при облучении семян салата ионами аргона [Платова и др., 2016] и углерода [Платова и др., 2019].

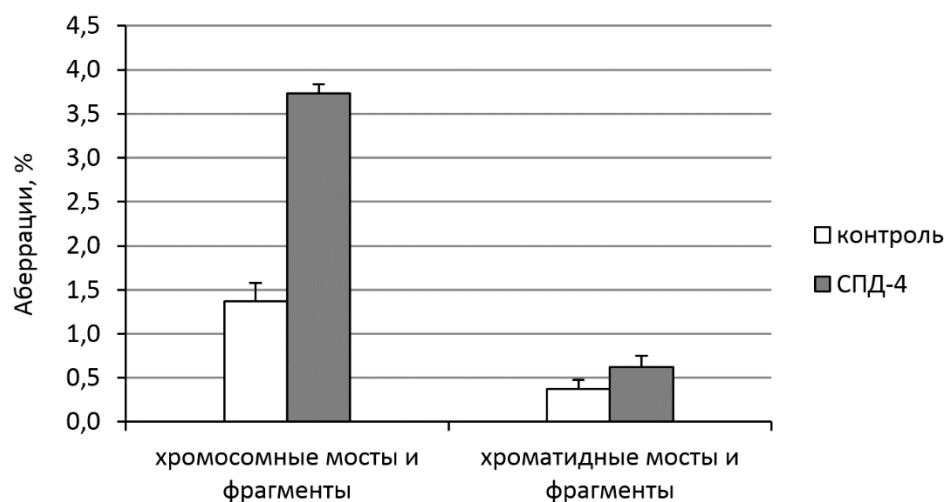


Рис. 2. Типы хромосомных aberrаций в клетках корневой меристемы проростков *Lactuca sativa* в контрольном и полетном (СПД-4) вариантах

Заключение

Факторы космического полёта не оказали влияния на энергию прорастания и всхожесть семян, экспонированных в сборке СПД-4, но вызвали достоверное повышение процента клеток с хромосомными aberrациями и множественными хромосомными aberrациями в полетном варианте.

Список источников

Иноземцев К. О., Кушин В. В., Толочек Р. В., Шуришаков В. А. Измерение доз и спектров линейной передачи энергии космического излучения внутри биологического спутника «БИОН-М1» // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2015. Т. 49, № 2. С. 16–22.

Каминская Е. В., Невзгодина Л. В., Платова Н. Г. Биообъекты и биологические методы оценки воздействия космической радиации // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2009. Т. 43, № 5. С. 8–12.

Невзгодина Л. В., Григорьев Ю. Г., Маренный А. М. Действие тяжелых ионов на биологические объекты. М.: Энергоатомиздат, 1990. 216 с.

Сычев В. Н., Ильин Е. А., Ярманова Е. Н., Раков Д. В., Ушаков И. Б., Кирилин А. Н., Орлов О. И., Григорьев А. И. Проект «БИОН-М1»: общая характеристика и предварительные итоги // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2014. Т. 48, № 1. С. 7–14.

Платова Н. Г., Лебедев В. М., Спасский А. В., Толочек Р. В., Труханов К. А. Хромосомные нарушения в семенах салата при комбинированном последовательном воздействии ускоренных ионов аргона и гипомангнитных условий // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2016. Т. 50, № 3. С. 35–41.

Платова Н. Г., Лебедев В. М., Спасский А. В., Труханов К. А. Хромосомные aberrации в корневой меристеме проростков салата при облучении семян ускоренными ионами углерода и прорастании в гипомагнитных условиях // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2019. Т. 53, № 4. С. 93–100. DOI: 10.21687/0233-528X-2019-53-4-93-100

Ambrožová I., Pachnerova Brabcova K., Kubancak J., Šlegl J., Toloček R. V., Ivanova O. A., Shurshakov V. A. Cosmic radiation monitoring at low-Earth orbit by means of thermoluminescence and plastic nuclear track detectors // *Radiation Measurements*. 2017. V. 106. P. 262–266. DOI:10.1016/j.radmeas.2016.12.004

Dachev T. P., Tomov B. T., Matviichuk Yu. N., Dimitrov Pl. G., Bankov N. G., Shurshakov V. A., Ivanova O. A., Häder D.-P., Schuster M. T., Reitz G., Horneck G. “BION-M” No. 1 spacecraft radiation environment as observed by the RD3-B3 radiometer-dosimeter in April–May 2013 // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 2015. V. 123. P. 82–91. DOI: 10.1016/j.jastp.2014.12.011

References

Ambrožová I., Pachnerova Brabcova K., Kubancak J., Šlegl J., Toloček R. V., Ivanova O. A., Shurshakov V. A. Cosmic radiation monitoring at low-Earth orbit by means of thermoluminescence and plastic nuclear track detectors // *Radiation Measurements*. 2017. V. 106. P. 262–266. DOI:10.1016/j.radmeas.2016.12.004

Dachev T. P., Tomov B. T., Matviichuk Yu. N., Dimitrov Pl. G., Bankov N. G., Shurshakov V. A., Ivanova O. A., Häder D.-P., Schuster M. T., Reitz G., Horneck G. “BION-M” No. 1 spacecraft radiation environment as observed by the RD3-B3 radiometer-dosimeter in April–May 2013 // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 2015. V. 123. P. 82–91. DOI:10.1016/j.jastp.2014.12.011

Inozemtsev K. O., Kushin V. V., Toloček R. V., Shurshakov V. A. Measurement of space radiation doses and linear energy transfer spectra inside biological satellite BION-M1 // *Aerospace and Environmental Medicine*. 2015. Vol. 49, No 2. P. 16–22.

Kaminskaya E. V., Nevzgodina L. V., Platova N. G. Bio-objects and biological methods of space radiation effects evaluation // *Aerospace and Environmental Medicine*. 2009. Vol. 43, No 5. P. 8–12.

Nevzgodina L. V., Grigoryev Yu. G., Marennyy A. M. Deystviye tyazhelykh ionov na biologicheskiye ob'yekty. M.: Energoatomizdat, 1990. 216 p.

Platova N. G., Lebedev V. M., Spassky A. V., Toloček R. V., Trukhanov K. A. Chromosomal disorders in lettuce seeds due to combined sequential exposure to accelerated ions of argon and hypomagnetic environment // *Aerospace and Environmental Medicine*. 2016. Vol. 50, No 3. P. 35–41.

Platova N. G., Lebedev V. M., Spassky A. V., Trukhanov K. A. Chromosomal aberrations in the lettuce sprout root meristem after seed irradiation by accelerated carbon ions and germination in hypomagnetic environment // *Aerospace and Environmental Medicine*. 2019. Vol. 53, No 4. P. 93–100. DOI: 10.21687/0233-528X-2019-53-4-93-100

Sychev V. N., Ilyin E. A., Yarmanova E. N., Rakov D. V., Ushakov I. B., Kirilin A. N., Orlov O. I., Grigoriev A. I. The BION-M1 project: overview and first results // *Aerospace and Environmental Medicine*. 2014. Vol. 48, No 1. P. 7–14.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 10.10.2021; принята к публикации 18.10.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 10.10.2021; accepted for publication 18.10.2021.

Научная статья

УДК 502.174:581.522.4:582.099:[58:069.29] (470.21)

doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.029

СОХРАНЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ТРАВЯНИСТЫХ МНОГОЛЕТНИКОВ В ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Любовь Леонидовна Виравчева

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
viracheva-ljubov@yandex.ru*

Аннотация

Коллекционный фонд многолетних растений Полярно-альпийского ботанического сада включает 2535 образцов, относящихся к 1409 видам из 1204 родов 270 семейств. В Красный список Международного союза охраны природы включены 59 видов, нуждающихся в охране. Приведены методы подбора материала для коллекции и изучения ритма роста и развития растений. Создание уникальной коллекции переселенных растений является основным итогом интродукции травянистых растений. Это — хранилище генофонда редких видов и своеобразный полигон для научной и научно-просветительской работы.

Ключевые слова:

интродукция растений, Кольский Север, фенология, рост и развитие растений, редкие виды, лекарственные растения, родовые комплексы, озеленительный ассортимент

Благодарности:

работа выполнена на уникальной научной установке «Коллекции живых растений Полярно-альпийского ботанического сада-института», регистрационный номер 499394.

Original article

CONSERVATION AND STUDY OF INTRODUCED HERBAL PERENNIALS IN THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN

Lyubov L. Viracheva

Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; viracheva-ljubov@yandex.ru

Abstract

The collection fund of perennial plants of the Polar-Alpine Botanical Garden includes 2535 specimens of 1409 species from 1204 genera of 270 families. 59 species are included in the Red List of the International Union for Conservation of Nature and need the protection. Methods for the selection of material for the collection and the study of the rhythm of growth and development of plants are presented. The creation of a unique collection of relocated plants is the main result of the introduction of herbaceous plants. This is a repository of the gene pool of rare species, as well as a kind of testing ground for scientific and scientific-educational work.

Keywords:

plant introduction, Kola North, phenology, plant growth and development, rare species, medicinal plants, generic complexes, landscaping assortment

Acknowledgments:

the research was done using large-scale research facilities “Collections of living plants of the Polar-Alpine Botanical Garden and Institute”, reg. No. 499394.

Коллекции ботанических садов создаются в первую очередь для сохранения растений, изучения их биологических особенностей и ритма развития в новых условиях существования с целью их дальнейшего хозяйственного использования. Создание коллекции интродуцированных растений Полярно-альпийского ботанического сада-института (ПАБСИ), расположенного в центре Хибинского горного массива, в 120 км севернее полярного круга (67°39'07" с. ш., 33°40'00" в. д.), началось в 1931 г. и продолжается девяносто лет.

В настоящее время коллекционный фонд многолетних растений включает 2535 образцов, относящихся к 1409 видам из 1204 родов 270 семейств [Вирачева и др., 2019а]. Из них 351 вид из 153 родов и 36 семейств внесен в Красные книги различного ранга как в России (*Galanthus platyphyllus* Traub. et Moldenke, *Campanula autraniana* Albov, *Rhodiola rosea* L., *Rheum compactum* L., *Sanguisorba magnifica* Schischk. et Kom. и др.), так и в других странах (европейские — *Narcissus angustifolius* Curt., *Eryngium alpinum* L., *Gentiana lutea* L., *Arnica montana* L., *Doronicum cataractarum* Widde и др.; кавказские — *Campanula alliariifolia* Willd., *Scilla rosenii* K. Koch и др.; азиатские — *Saussurea costus* (Falc.) Lipsch., *Tulipa kaufmanniana* Regel, *Tulipa kolpakowskiana* Regel, *Rheum wittrockii* Lundstr., *Aconitum chasmanthum* Stapf и др.; американские — *Eurybia radula* (Ait.) Nesom, *Penstemon confertus* Douglas ex Lindl. и др.), в том числе одно из самых редких растений мира — *Primula boveana* Decne. ex Duby (Египет). В Красный список угрожаемых видов Международного союза охраны природы [The IUCN..., 2017] включены 59 видов, нуждающихся в охране [Вирачева и др., 2019б]. Интродуцированные растения выращиваются в открытом грунте и испытывают на себе воздействие специфических природно-климатических условий Кольской Субарктики.

Цель работы — дать общую характеристику коллекции многолетних интродуцентов открытого грунта ПАБСИ. В задачи исследований входили оценка видовой разнообразия коллекции и способов ее формирования, изучение роста и развития растений в условиях Кольского Севера.

Материал для пополнения коллекции приобретается различными путями: 1) обмен по делектусам с ботаническими учреждениями [Андреев, 1965, 1985; Тростенюк, 2000, 2002 и др.]; 2) собственные сборы в природе и доставка растений из других интродукционных пунктов, поступление от корреспондентов сада [Андреев, 1985]; 3) местные репродукции интродуцентов [Кудрявцева, Вирачева, 2007].

Для привлечения материала использованы теоретические разработки Н. А. Аврорина [1947, 1956, 1957, 1973 и др.] и его последователей [Андреев, 1975; Головкин, 1970, 1973, 1978]. Приоритет при подборе материала принадлежит горным растениям, обитающим в субальпийском и альпийском поясах.

Исследование по интродукции травянистых растений на Кольском Севере ведется в разных направлениях.

1. Продолжается массовый интродукционный эксперимент и интродукционная инвентаризация флор Севера и высокогорий; привлечение исходного материала из разных частей природного ареала в целях максимальной репрезентативности генофонда включаемых в коллекцию видов.

2. Совершенствуется структура коллекционных фондов: их таксономическая ревизия; постепенная замена или дополнение образцов культурного происхождения образцами тех же видов из естественных местообитаний; коллекция пополняется новыми редкими и хозяйственно

значимыми видами; названия семейств и видов растений приводятся в соответствии с The Plant List [The Plant..., 2013].

3. Оцениваются интродукционные возможности отдельных групп видов растений родовых комплексов: *Aconitum* L. [Горелова, 1986], *Allium* L. [Белова, 2000], *Rhodiola* L. [Кудрявцева, Вирачева 2006], *Paeonia* L. [Вирачева и др., 2018], *Hemerocallis* L. [Тростенюк и др., 2019] и др., которые сформировались за многолетнюю историю ботанического сада.

4. Оцениваются адаптации растений и сезонные ритмы их развития, изучается влияние погодных условий на ритм развития растений на базе результатов фенологических наблюдений.

5. Совершенствуются коллекционные экспозиции.

С 1987 г. в ПАБСИ создается экспозиция лекарственных растений на территории сада в городе Кировске (площадь — около 0,06 га) и на экспериментальном участке в Апатитах (площадь немногим более 0,11 га). Осуществлен подбор ассортимента интродуцированных лекарственных растений для Кольского Севера, разработана агротехника выращивания отдельных лекарственных растений [Горелова, 2002; Елсаков, Горелова, 1999; Елсаков и др., 2001], определено содержание биологически активных веществ в различных частях лекарственных растений [Горелова, 2004].

На основе отборов, проведенных в опытно-коллекционных питомниках, созданы демонстрационно-семенной питомник декоративных многолетников, опытно-демонстрационный питомник лекарственных растений, экспозиции «Каменистый сад» (на ботанико-географической основе), «Сад подснежников» («Эфемероиды Украинских Карпат») и «Редкие и нуждающиеся в охране растения для озеленения городов Мурманской области».

6. Практическое освоение коллекционных фондов травянистых растений идет преимущественно в плане создания, совершенствования и внедрения ассортимента озеленительных растений для Мурманской области и других районов Севера России [Андреев, Головкин, 1975; Иванова и др., 2004 и др.]. В настоящее время озеленительный ассортимент увеличился более чем на 100 новых видов из 26 семейств. Некоторые виды (горец Вейриха, лисохвост луговой и различные виды овсяницы) оказались хорошими фитомелиорантами и были рекомендованы для закрепления пылящих хвостохранилищ комбината «Апатит» [Любимова, Медведев, 1970; Переверзев, Подлесная, 1986].

Создание уникальной коллекции переселенных за полярный круг растений является основным итогом интродукции травянистых растений в ПАБСИ, служит для сохранения биоразнообразия. Это не имеющее аналогов хранилище генофонда редких и исчезающих в природе видов, новых для Севера хозяйственно ценных растений (декоративных, кормовых, пищевых и лекарственных), а также своеобразный полигон для изучения их морфолого-биологических и биохимических особенностей для селекционной, учебной и научно-просветительской работы.

Список источников

Аврорин Н. А. Географическая закономерность интродукции растений в Полярном ботаническом саду // Докл. Акад. наук СССР. 1947. Т. 55, № 5. С. 449–452.

Аврорин Н. А. Переселение растений на Полярный север. Эколого-географический анализ. М.; Л.: Наука, 1956. 286 с.

Аврорин Н. А. Теоретические итоги переноса и акклиматизации растений в Полярно-альпийском ботаническом саду // Интродукция растений и зеленое строительство: Труды БИН АН СССР. 1957. Сер. 6, вып. 5. С. 89–92.

Аврорин Н. А. Эколого-статистические методы в интродукции (по опыту Полярно-альпийского ботанического сада) // Успехи интродукции растений. М., 1973. С. 102–113.

Андреев Г. Н. К вопросу о происхождении семенного материала при интродукции растений // Проблемы современной ботаники. 1965. Т. II. С. 58–61.

Андреев Г. Н. Интродукция травянистых растений в Субарктику. Л.: Наука, 1975. 167 с.

Андреев Г. Н. К истории коллекционных фондов растений Полярного сада // Ботанические исследования за Полярным Кругом. Апатиты, 1985. С. 5–15.

Андреев Г. Н., Головкин Б. Н. История создания и перспективы использования озеленительного ассортимента озеленительных растений для Мурманской области // Флористические исследования и зеленое строительство на Кольском полуострове. Апатиты, 1975. С. 73–83.

Белова Т. П. Интродукция сибирских луков в Полярно-альпийском ботаническом саду // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: тез. докл. II Рос. науч. конф., посвященной 150-летию со дня рождения П. Н. Крылова (Томск, 24–26 апреля 2000 г.). Томск, 2000. С. 12–13.

Виравчева Л. Л., Ворсина А. А., Носатенко О. Ю. Интродукция рода *Paeonia* L. российского Дальнего Востока в Кольскую Субарктику // Растения в муссонном климате: мат-лы VIII Международной конференции (Благовещенск, 8–21 сентября 2018 г.). Благовещенск, 2018. С. 39–42.

Виравчева Л. Л., Носатенко О. Ю., Тростенюк Н. Н. Коллекция интродуцированных травянистых многолетников открытого грунта Полярно-альпийского ботанического сада // Hortus Botanicus. 2019a. Т. 14. С. 43–53. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=5303>.

Виравчева Л. Л., Носатенко О. Ю., Тростенюк Н. Н. Редкие многолетние растения открытого грунта Полярно-альпийского ботанического сада // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных пунктах: мат-лы научной конференции с международным участием, посвященной 55-летию Донецкого ботанического сада (Донецк, 8–10 октября 2019 г.). Донецк, 2019б. С. 61–67.

Головкин Б. Н. Об основных направлениях естественного отбора у интродуцированных растений на Крайний Север травянистых многолетников // Продуктивность биогеоценозов Субарктики: мат-лы Симпозиума по изучению, рациональному использованию и охране воспроизводимых природных ресурсов Крайнего Севера. Свердловск, 1970. С. 25–26.

Головкин Б. Н. Переселение травянистых растений на Полярный Север. Эколого-морфологический анализ. Л.: Наука, 1973. 268 с.

Головкин Б. Н. Фиторитмические и морфологические адаптации травянистых интродуцентов в процессе акклиматизации // Экология. 1978. № 2. С. 14–19.

Горелова А. П. Интродукция аконитов в Субарктику. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1986. 116 с.

Горелова А. П. Влияние агрофона на биоморфологические особенности и содержание экстрактивных веществ арники горной (*Arnica montana* L.), выращенной в условиях Заполярья // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: мат-лы 4-й Междунар. науч.-практич. конф. (Ульяновск, 24–28 июня 2002 г.). Ульяновск, 2002. Т. 2. С. 315–318.

Горелова А. П. Растения рода *Arnica* L. — перспективные источники лекарственного сырья и лечебных препаратов // Фитофарм 2004: мат-лы 7-го

Междунар. съезда (Миккели, Финляндия, 21–23 июня 2004 г.). СПб.: ВВМ, 2004. С. 421–424.

Елсаков Г. В., Горелова А. П. Влияние удобрений на продуктивность и биохимические показатели родиолы розовой (золотой корень) на Кольском Севере // *Агрехимия*. 1999. № 10. С. 58–61.

Елсаков Г. Н., Горелова А. П., Миронова Р. А. Роль удобрений при возделывании лекарственных культур в Заполярье // *Агрехимия*. 2001. № 2. С. 40–45.

Иванова Л. А., Святковская Е. А., Тростенюк Н. Н. Северное цветоводство. Апатиты: КНЦ РАН, 2004. 202 с.

Кудрявцева О. В., Виравчева Л. Л. Интродукция видов рода *Rhodiola* (Crassulaceae) в Полярно-альпийском ботаническом саду (Кольский полуостров) // *Растительные ресурсы*. 2006. Вып. 4. С. 28–34.

Кудрявцева О. В., Виравчева Л. Л. История формирования коллекции травянистых многолетних интродуцентов открытого грунта Полярно-альпийского ботанического сада-института // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства. Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию Центрального ботанического сада НАН Беларуси (Минск, 12–15 июня 2007 г.). Минск, 2007. С. 30–33.

Любимова А. А., Медведев П. М. Опыт закрепления растительностью пылящих хвостовых отвалов АНОФ–1 комбината «Апатит» // *Растительность и промышленное загрязнение*. Свердловск: Изд. Уральского филиала АН СССР, 1970. С. 104–111.

Переверзев В. Н., Подлесная Н. И. Биологическая рекультивация промышленных отвалов на Крайнем Севере. Апатиты: КФ АН СССР, 1986. 104 с.

Тростенюк Н. Н. Способы и резервы получения семенного материала в Полярно-альпийском ботаническом саду // *Флористические и геоботанические исследования в Европейской России: мат-лы Всерос. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. проф. А. Д. Фурсаева*. Саратов: Изд-во Саратовского пед. ин-та, 2000. С. 385–387.

Тростенюк Н. Н. Динамика семенного обмена Полярно-альпийского ботанического сада-института // *Интродукция растений. Охрана и обогащение биологического разнообразия видов: тез. докл. Междунар. конфер., посвящ. 65-летию Ботан. сада им. проф. Б. К. Козо-Полянского Воронежского гос. ун-та* (Воронеж, 24–28 июня 2002 г.). Воронеж, 2002. С. 152–153.

Тростенюк Н. Н., Святковская Е. А., Салтан Н. В. Интродукционные исследования рода *Heterocallis* L. в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2019. Т. 21, № 2 (2). С. 142–146.

The IUCN Red List of Threatened Species 2017-3 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.IUNC.Redlist.org/>.

The Plant List, 2013. Version 1.1 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.theplantlist.org/>.

References

Andreyev G. N. *Introduktsiya travyanistykh rasteniy v Subarktiku*. L.: Nauka, 1975. 167 p.

Andreyev G. N. К истории коллекционных фондов растений Полярного сада // *Ботанические исследования за Полярным кругом. Апатиты*, 1985. P. 5–15.

Andreyev G. N. К вопросу о происхождении семенного материала при интродукции растений // *Problemy sovremennoy botaniki*. 1965. Vol. II. P. 58–61.

Andreyev G. N., Golovkin B. N. Istoriya sozdaniya i perspektivy ispol'zovaniya ozelenitel'nogo assortimenta ozelenitel'nykh rasteniy dlya Murmanskoy oblasti // Floristicheskiye issledovaniya i zelenoye stroitel'stvo na Kol'skom poluostrove. Apatity, 1975. P. 73–83.

Avrorin N. A. Ekologo-statisticheskiye metody v introduktsii (po opyту Polyarno-al'piyskogo botanicheskogo sada) // Uspekhi introduktsii rasteniy. M., 1973. P. 102–113.

Avrorin N. A. Geograficheskaya zakonomernost' introduktsii rasteniy v Polyarnom botanicheskom sadu // Dokl. Akad. nauk SSSR. 1947. Vol. 55, No 5. P. 449–452.

Avrorin N. A. Pereseleniye rasteniy na Polyarnyy sever. Ekologo-geograficheskiy analiz. M.; L.: Nauka, 1956. 286 p.

Avrorin N. A. Teoreticheskiye itogi perenosa i akklimatizatsii rasteniy v Polyarno-al'piyskom botanicheskom sadu // Introduktsiya rasteniy i zelenoye stroitel'stvo: Trudy BIN AN SSSR. 1957. Ser. 6, Iss. 5. P. 89–92.

Belova T. P. Introduktsiya sibirskikh lukov v Polyarno-al'piyskom botanicheskom sadu // Problemy izucheniya rastitel'nogo pokrova Sibiri: tez. dokl. II Ros. nauch. konf., posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya P. N. Krylova (Tomsk, 24–26 aprelya 2000 g.). Tomsk, 2000. P. 12–13.

Golovkin B. N. Fitoritmicheskiye i morfologicheskiye adaptatsii travyanistykh introdutsentov v protsesse akklimatizatsii // Ekologiya. 1978. No 2. P. 14–19.

Golovkin B. N. Ob osnovnykh napravleniyakh yestestvennogo otbora u introdutsirovannykh rasteniy na Krayniy Sever travyanistykh mnogoletnikov // Produktivnost' biogeotsenozov Subarktiki: mat-ly Simpoziuma po izucheniyu, ratsional'nomu ispol'zovaniyu i okhrane vosproizvodimykh prirodnykh resursov Kraynego Severa. Sverdlovsk, 1970. P. 25–26.

Golovkin B. N. Pereseleniye travyanistykh rasteniy na Polyarnyy Sever. Ekologo-morfologicheskiy analiz. L.: Nauka, 1973. 268 p.

Gorelova A. P. Introduktsiya akonitov v Subarktiku. Apatity: Izd-vo KF AN SSSR, 1986. 116 p.

Gorelova A. P. Rasteniya roda *Arnica* L. — perspektivnyye istochniki lekarstvennogo syr'ya i lechebnykh preparatov // Fitofarm 2004: mat-ly 7-go Mezhdunar. s"yezda (Mikkeli, Finlyandiya, 21–23 iyunya 2004 g.). SPb.: VVM, 2004. P. 421–424.

Gorelova A. P. Vliyaniye agrofona na biomorfologicheskiye osobennosti i sodержaniye ekstraktivnykh veshchestv arniki gornoy (*Arnica montana* L.), vyrashchennoy v usloviyakh Zapolyar'ya // Introduktsiya netraditsionnykh i redkikh sel'skokhozyaystvennykh rasteniy: mat-ly 4-y Mezhdunar. nauch.-praktich. konf. (Ul'yanovsk, 24–28 iyunya 2002 g.). Ul'yanovsk, 2002. Vol. 2. P. 315–318.

Ivanova L. A., Syatkovskaya Ye. A., Trostenyuk N. N. Severnoye tsvetovodstvo. Apatity: KNTS RAN, 2004. 202 p.

Kudryavtseva O. V., Viracheva L. L. Introduktsiya vidov roda *Rhodiola* (*Crassulaceae*) v Polyarno-al'piyskom botanicheskom sadu (Kol'skiy poluostrov) // Rastitel'nyye resursy. 2006. Iss. 4. P. 28–34.

Kudryavtseva O. V., Viracheva L. L. Istoriya formirovaniya kolleksii travyanistykh mnogoletnikov otkrytogo grunta Polyarno-al'piyskogo botanicheskogo sada-instituta // Teoreticheskiye i prikladnyye aspekty introduktsii rasteniy kak perspektivnogo napravleniya razvitiya nauki i narodnogo khozyaystva. Mezhdunar. nauchn. konf., posvyashch. 75-letiyu Tsentral'nogo botanicheskogo sada NAN Belarusi (Minsk, 12–15 iyunya 2007 g.). Minsk, 2007. P. 30–33.

Lyubimova A. A., Medvedev P. M. Opyt zakrepleniya rastitel'nost'yu pylyashchikh khvostovykh otvalov ANOF–1 kombinata «Apatit» // Rastitel'nost'

i promyshlennoye zagryazneniye. Sverdlovsk: Izd. Ural'skogo filiala AN SSSR, 1970. P. 104–111.

Pereverzev V. N., Podlesnaya N. I. Biologicheskaya rekul'tivatsiya promyshlennykh otvalov na Kraynem Severe. Apatity: KF AN SSSR, 1986. 104 p.

The IUCN Red List of Threatened Species 2017-3 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.IUNC.Redlist.org/>.

The Plant List, 2013. Version 1.1 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.theplantlist.org/>.

Trostenyuk N. N. Dinamika semennogo obmena Polyarno-al'piyskogo botanicheskogo sada-instituta // Introduktsiya rasteniy. Okhrana i obogashcheniye biologicheskogo raznoobraziya vidov: tez. dokl. Mezhdunar. konfer., posvyashch. 65-letiyu Botan. sada im. prof. B. K. Kozo-Polyanskogo Voronezhskogo gos. un-ta (Voronezh, 24–28 iyunya 2002 g.). Voronezh, 2002. P. 152–153.

Trostenyuk N. N. Sposoby i rezervy polucheniya semennogo materiala v Polyarno-al'piyskom botanicheskom sadu // Floristicheskiye i geobotanicheskiye issledovaniya v Yevropeyskoy Rossii: mat-ly Vseros. nauch. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. prof. A. D. Fursayeva. Saratov: Izd-vo Saratovskogo ped. in-ta, 2000. P. 385–387.

Trostenyuk N. N., Svyatkovskaya Ye. A., Saltan N. V. Introduktsionnyye issledovaniya roda *Hemerocallis* L. v Polyarno-al'piyskom botanicheskom sadu-institute // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. 2019. Vol. 21, No 2 (2). P. 142–146.

Viracheva L. L., Nosatenko O. Yu., Trostenyuk N. N. Kolleksiya introdutsirovannykh travyanistykh mnogoletnikov otkrytogo grunta Polyarno-al'piyskogo botanicheskogo sada // Hortus Botanicus. 2019a. Vol. 14. P. 43–53. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=5303>.

Viracheva L. L., Nosatenko O. Yu., Trostenyuk N. N. Redkiye mnogoletniye rasteniya otkrytogo grunta Polyarno-al'piyskogo botanicheskogo sada // Izucheniye i sokhraneniye bioraznoobraziya v botanicheskikh sadakh i drugikh introduktsionnykh punktakh: mat-ly nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennoy 55-letiyu Donetskogo botanicheskogo sada (Donetsk, 8–10 oktyabrya 2019 g.). Donetsk, 2019b. P. 61–67.

Viracheva L. L., Vorsina A. A., Nosatenko O. Yu. Introduktsiya roda *Paeonia* L. rossiyskogo Dal'nego Vostoka v Kol'skuyu Subarktiku // Rasteniya v mussonnom klimate: mat-ly VIII Mezhdunarodnoy konferentsii (Blagoveshchensk, 8–21 sentyabrya 2018 g.). Blagoveshchensk, 2018. P. 39–42.

Yelsakov G. N., Gorelova A. P., Mironova R. A. Rol' udobreniy pri vozdeleyvanii lekarstvennykh kul'tur v Zapolyar'ye // Agrokimiya. 2001. No 2. P. 40–45.

Yelsakov G. V., Gorelova A. P. Vliyaniye udobreniy na produktivnost' i biokhimicheskiye pokazateli rodioly rozovoy (zolotoy koren') na Kol'skom Severe // Agrokimiya. 1999. No 10. P. 58–61.

Статья поступила в редакцию 22.06.2021; одобрена после рецензирования 18.10.2021; принята к публикации 18.10.2021.

The article was submitted 22.06.2021; approved after reviewing 18.10.2021; accepted for publication 18.10.2021.

Научная статья
УДК 581.522.4:582.951.8 [58:069.29] (470.21)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.030

ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ РОДА *INCARVILLEA* JUSS. В ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ-ИНСТИТУТЕ ИМЕНИ Н. А. АВРОРИНА

Оксана Юрьевна Носатенко, Любовь Леонидовна Виравчева

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
nyctea@yandex.ru*

Аннотация

Проанализирован видовой состав рода *Incarvillea* Juss., испытывающийся в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте (ПАБСИ) с 1939 г. Изучен сезонный ритм развития растений, рассчитаны баллы приживаемости и интродукционный коэффициент. Установлено, что большинство видов только вегетируют, имеют низкие баллы приживаемости и интродукционный коэффициент меньше 1, т. е. мало пригодны для интродукции в условиях Кольского Заполярья. Только два вида (*Incarvillea zhogdianensis* Grey-Wilson и *Incarvillea mairei* (H.Lév.) Grierson) с интродукционным коэффициентом больше 1 перспективны для интродукции, их изучение целесообразно продолжить.

Ключевые слова:

Incarvillea, интродукция, балл приживаемости, «интродукционный коэффициент»

Original article

INTRODUCTION STUDIES OF SPECIES OF THE GENUS *INCARVILLEA* JUSS. IN THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE OF N. A. AVRORIN

Oksana Yu. Nosatenko, Lyubov L. Viracheva

Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; nyctea@yandex.ru

Abstract

The species composition of the genus *Incarvillea* Juss., tested in PABGI since 1939, was analyzed. The seasonal rhythm of plant development was studied, the survival points and the introduction coefficient were calculated. It was found that most species only vegetate, had low survival points and an introduction coefficient < 1, and were not very suitable for introduction in the Kola Polar region. Only two species (*Incarvillea zhogdianensis* Gray-Wilson and *Incarvillea mairei* (H. Lev.) Grierson) had an introduction coefficient > 1. These species are promising for introduction; it is advisable to continue their study.

Keywords:

Incarvillea, introduction, survival points, "introduction coefficient"

Введение

Одной из задач интродукционных работ ПАБСИ с начала его создания было привлечение красиво цветущих растений для озеленения городов Кольского полуострова. Для этих целей привлекаются наиболее декоративные растения различных областей земного шара, часто горных систем. Особое внимание заполярных интродукторов обращено на растения, которые обитают на Памире, в Гималаях и Тибете.

Эффектными растениями с красивыми цветками и листьями являются виды рода Инкарвиллея (*Incarvillea* Juss.) из сем. Бигнониевые (*Bignoniaceae* Juss.). Эти растения очень редко выращивают в Мурманской области: садоводы-любители мало знакомы с *Incarvillea*, а в практике озеленения городов они не используются. В ПАБСИ интродукционные испытания этого рода ведутся уже много лет.

Род *Incarvillea* включает около 16 видов, произрастающих в Центральной и Восточной Азии и Гималаях (Афганистане, Бутане, Китае, Индии, Кашмире, Казахстане, Кыргызстане, Монголии, Непале, Пакистане, Таджикистане, Туркменистане, Узбекистане; 12 видов — в Китае). Среди них встречаются однолетние, двулетние и многолетние корневищные травянистые растения. Стеблевые или бесстебельные, стебель прямостоячий или ниспадающий. Соцветия кистевидные, верхушечные. Листья простые или 1-3-перисто-разделенные. Цветки крупные, яркоокрашенные, розового, малинового и белого цветов. Чашечка колокольчатая, пять зубцов треугольной формы, в основании реже расширена. Венчик красный или желтый, воронковидный, двугубый; доли округлые, расширяющиеся. Плод — двураздельная четырёх- или шестиугольная коробочка с крылато опушёнными семенами [Flora...].

Растения предпочитают солнечные участки, могут выдерживать длительный зной. Хорошо адаптируются к полутенистой местности, но недостаток ультрафиолета отражается на сроках цветения. Лучше высаживать их на защищенных от ветров и сквозняков участках, без застоя влаги в почве. Чтобы избежать вымерзания, необходимо укрывать растения на зиму (снег или мульча).

Цель настоящего исследования — оценить успешность интродукции видов рода *Incarvillea* в условиях Кольской Субарктики.

Объекты и методы

Первые опыты интродукции рода *Incarvillea* в ПАБСИ относятся к 1939 г. На сегодняшний день испытано шесть видов: *Incarvillea compacta* Maxim., *I. delavayi* Bureau & Franch., *I. mairei* (H. Lév.) Grierson, *I. olgae* Regel, *I. sinensis* Lam., *I. zhogdianensis* Grey-Wilson.

Исходный материал был получен культурными семенами из различных ботанических садов России — Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН, Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН, городов Саратова и Киева, ботанических садов других стран — Эстонии, Чехии, Исландии, Италии и Швейцарии, в рамках семенного обмена. Некоторые образцы были привезены дикими семенами из экспедиций на Гиссарский хребет и Памир. При изучении сезонного ритма развития растений использовали методики для наблюдений за травянистыми растениями [Бейдеман, 1954].

Успешность интродукции растений в новые условия произрастания определяется прежде всего их устойчивостью и способностью к воспроизводству. В качестве ведущего показателя успешности интродукции нами была принята способность растений к цветению и плодоношению. Баллы приживаемости (БП) подсчитывали в соответствии со шкалой, предложенной Б. Н. Головкиным [Головкин, 1973]. По рассчитанным баллам приживаемости вычисляли средний балл приживаемости для всей совокупности интродуцированных образцов *Incarvillea*, который составил 2,9. Соотнося баллы для отдельной группы к среднему баллу для всей совокупности, получаем интродукционный коэффициент, который наглядно отражает интродукционную ценность рассматриваемых видов (табл. 1).

Таблица 1

Итоги интродукции видов рода *Incarvillea* в ПАБСИ

Вид	Годы испытания	Количество образцов		Конечная фаза развития	Баллы приживаемости	Интродукционный коэффициент
		прошедших испытание	имеющихся в коллекции в 2020 г.			
<i>Incarvillea zhogdianensis</i> Grey-Wilson	2004 — н. в.	2	1	П	7,5	2,6
<i>Incarvillea mairei</i> (H. Lév.) Grierson	1946–2015	11	–	П	3,6	1,2
<i>Incarvillea compacta</i> Maxim.	1950–2005	5	–	Ц	2,2	0,8
<i>Incarvillea olgae</i> Regel	1939–2011	7	–	В	1,4	0,5
<i>Incarvillea delavayi</i> Bureau & Franch.	1951 — н. в.	7	1	В	1,4	0,5
<i>Incarvillea sinensis</i> Lam.	1957–2016	3	–	В	1,3	0,5

Примечание. Ц — цветение; В — вегетация; П — плодоношение, П — зеленые плоды, н. в. — настоящее время. Годы испытания — год посадки первого образца — год выпада последнего.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что не все виды рода *Incarvillea* способны цвести и плодоносить за полярным кругом. Большинство только вегетируют и ведут себя как однолетники или двулетники, имеют низкие баллы приживаемости (1,3–2,2) и интродукционный коэффициент меньше 1 (0,5–0,8). Эти виды малопригодны для интродукции в условиях Кольского Заполярья.

У двух видов — *Incarvillea zhogdianensis* и *I. mairei* — баллы приживаемости довольно высокие (3,6–7,5) и интродукционный коэффициент оказался выше 1 (1,2–2,6), они не ежегодно, но цветут и в годы с благоприятными условиями плодоносят. У *I. zhogdianensis* через десять и двенадцать лет после посадки отмечен самосев, что свидетельствует об успешности интродукции вида.

Incarvillea zhogdianensis — травянистый многолетник высотой 30–50 см. Листья прикорневые, перисто-раздельные, собраны в розетку. Венчик темно-малинового цвета, цветки воронковидные, 7–9 см в диаметре. В ПАБСИ цветение начинается в конце июня — первой половине июля. Плодоносит в сентябре — октябре. Морозостойкий, но необходимо укрытие на зиму в виде снега или мульчи. Место естественного произрастания — провинция Юньнань, на высоте 3200 м над уровнем моря.

Incarvillea mairei — травянистый многолетник высотой 30–40 см. Листья прикорневые, слабо перисто-раздельные, собраны в розетку. Соцветия кистевидные, 2–4-цветковые. Венчик пурпурно-красный или бледно-красный. Семена широко яйцевидные, многочисленные. Цветет в мае — августе, плодоносит в июле — ноябре. Произрастает на склонах, обочинах дорог, лугах и в лесах на высоте 2400–4500 м [Flora...]. Морозостойкий, но необходимо укрытие на зиму в виде снега или мульчи.

Данные виды можно назвать перспективными для интродукции, и изучение их целесообразно продолжить. Оба вида могут быть предложены садоводам-любителям в практике озеленения дачных участков, а *I. zhogdianensis* можно использовать в озеленении городов Мурманской области. При посадке необходимо учитывать почвенные особенности для растений этого рода. В практике зеленого строительства следует использовать прежде всего семенной способ размножения этих растений с выращиванием рассады в теплице.

Список источников

Бейдеман И. Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 130с.

Головкин Б. Н. Переселение травянистых многолетников на Полярный Север. Л., 1973. С. 158 – 159.

Flora of China, FOC. Vol. 18. P. 220, 223 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.efloras.org/>.

References

Beydeman I. N. Metodika fenologicheskikh nablyudeniya pri geobotanicheskikh issledovaniyakh. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1954. 130 p.

Flora of China, FOC. Vol. 18. P. 220, 223 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.efloras.org/>.

Golovkin B. N. Pereseleniye travyanistykh mnogoletnikov na Polyarnyy Sever. L., 1973. P. 158 – 159.

Статья поступила в редакцию 22.06.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 18.10.2021.

The article was submitted 22.06.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 18.10.2021.

Научная статья
УДК 582.5:631.526.32(470.21)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.031

СОРТОИСПЫТАНИЕ ОДНОЛЕТНИХ ЦВЕТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ-ИНСТИТУТЕ

**Екатерина Александровна Святковская,
Наталья Владимировна Салтан, Марина Сергеевна Уманец**
Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
sviatkovskaya@mail.ru

Аннотация

Анализ новых сортов бархатцев *Tagetes patula* L. (Strawberry Blonde, Disco Marietta), *Tagetes erecta* L. (Dune Formula Mix), львиного зева *Antirrhinum majus* L. (Antiquity), петунии *Petunia hybrida* Vilm. (Success HD, Афродита, Dreams Red Picote) и каллистефуса *Callistephus chinensis* (L.) Nees (Pot Patio Pink) продемонстрировал их высокую декоративность и продолжительное цветение в условиях Заполярья. Морфометрические показатели сортов полностью соответствуют показателям растений, выращенных в более южных регионах. Сорта рекомендованы для цветочного оформления населенных пунктов Кольского Севера.

Ключевые слова:

новые сорта, однолетние цветочные растения, Кольская Субарктика

Original article

VARIETY TESTING OF ANNUAL FLOWER PLANTS IN THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE

Ekaterina A. Sviatkovskaya, Natalya V. Saltan, Marina S. Umanets
Aurorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; sviatkovskaya@mail.ru

Abstract

The analysis of the new varieties *Tagetes patula* L. ('Strawberry Blonde', 'Disco Marietta'), *Tagetes erecta* L. ('Dune Formula Mix'), *Antirrhinum majus* L. ('Antiquity'), *Petunia hybrida* Vilm. ('Success HD', 'Aphrodite', 'Dreams Red Picotee') and *Callistephus chinensis* (L.) Nees ('Pot Patio Pink') demonstrated their high decorative effect and long-lasting flowering in the Arctic. The morphometric indicators of the varieties fully correspond to the indicators of plants grown in more southern regions. The varieties are recommended for urban flower decoration of the Kola North.

Keywords:

new varieties, annual flower plants, Kola Subarctic

Введение

Ведущее место в зеленом наряде городов Мурманской области занимают однолетние и двулетние цветочные растения. Первые работы по интродукции данной группы растений проведены Хибинской опытной станцией. С 1932 г. изучением декоративных однолетников и двулетников занимается Полярно-альпийский ботанический сад-институт (ПАБСИ).

Первые рекомендации по использованию 57 видов однолетних и двулетних цветочных растений для озеленения городов региона дал Н. А. Аврорин [1941]. Особый вклад в интродукцию данной группы растений на Крайний Север внесла Т. Г. Тамберг: за период с 1947 по 1955 гг. ею было испытано 140 видов [Тамберг, 1958]. Видовое разнообразие однолетних и двулетних, которые можно применять в условиях Кольского Севера, изучено достаточно полно. В настоящее время ассортимент включает 88 видов [Гонтарь и др., 2010]. Целью настоящей работы является подбор устойчивых сортов и разработка агротехнических рекомендаций, позволяющих оптимально адаптировать растения для условий Субарктики. Важной задачей является всесторонняя оценка декоративных особенностей растений при выращивании в условиях Мурманской области.

Объекты и методы

Опытные посадки проводили рассадным способом на площадках, расположенных на территории ПАБСИ, в городе Кировске. Климатическими особенностями данного района являются короткий вегетационный период и почти ежегодные заморозки в конце каждого летнего месяца. Среднемесячная температура воздуха в теплое время года составляет + 10 ... + 14 °С. С 26 мая по 18 июля на широте Хибин продолжается полярный день [Семко, 1972].

Для выращивания рассады использовали семена *Tagetes patula* L. (Strawberry Blonde, Disco Marietta), *Tagetes erecta* L. (Dune Formula Mix), *Antirrhinum majus* L. (Antiquity), *Petunia hybrida* Vilm. (Success HD, Афродита, Dreams Red Picotee) и *Callistephus chinensis* (L.) Nees (Pot Patio Pink), полученные от зарубежных фирм Floranova, PanAmerican Seed, Cerny Seed и Benary. Со дня посева и до окончания вегетационного периода еженедельно проводили фенонаблюдения и определяли морфометрические показатели растений. Особое внимание уделяли декоративным качествам: форме и плотности кустов, форме и окраске листьев, диаметру и высоте цветков и соцветий. В среднем брали десять опытных растений в трех вариантах. Посадку в открытый грунт осуществляли рассадой, выращенной в теплицах при средней температуре + 20 °С. Основной период подготовки рассады составил около 90 дней (с 21 марта по 20 июня).

Результаты и обсуждение

Для адаптации в условиях Кольской Субарктики в 2019–2020 гг. испытаны новые сорта широко распространенных в озеленительной практике видов, изучающихся в ПАБСИ с 1930-х [Аврорин, 1941].

Одним из самых распространенных однолетних в Заполярье являются бархатцы мелкоцветные (*Tagetes patula*). Растения от 20 до 45 см. Соцветия диаметром 2,5–3,0 см, простые, полумахровые или махровые, одно-, двухцветные, от ярко-жёлтой до красно-коричневой расцветки. Семена созревают в конце августа — сентябре ежегодно. Разнообразие *T. patula* в ПАБСИ регулярно пополняется новыми сортами. В последние годы адаптированы к нашим условиям сорта: Safari, Honey Moon, Disko, Hero, Bonanza, Gate Golden, Durando Mix, Bolero, Boy Golden, Little Hero, Tangerina, Champion flame, Super Hero Harmony и др.

Новый испытанный сорт Strawberry Blonde привлекает внимание способностью соцветий менять окраску в зависимости от температуры воздуха. Высота растений до 12 см. Цветут с середины мая до заморозков. Соцветия густомахровые, двухцветные оранжево-красные в диаметре от 4 до 6 см. На одном

растении от 3 до 6 цветков и от 2 до 6 бутонов. Семена созревают в сентябре. Второй сорт — Disco Marietta — имеет высоту растений от 10 до 15 см. Цветет с середины мая до заморозков. Цветки двухцветные, оранжево-красные, в диаметре 5 см. На одном растении от 3 до 6 цветков и от 2 до 6 бутонов. Семена созревают в конце августа. Посев семян вышеперечисленных сортов в теплице в начале третьей декады апреля. Всходы появляются через 3–4 дня. Пикировка через восемь дней после появления всходов. Высадка в открытый грунт на стадии цветения в начале июля.

Tagetes erecta — высокодекоративный однолетник, незаслуженно долгое время не использовался в цветочном оформлении заполярных городов. Высота растений 70–80 см. Соцветия — крупные корзинки диаметром 5–10 см. Окраска соцветий светло-желтая, лимонная или оранжевая. Период цветения — с середины июля до заморозков. Сотрудниками ПАБСИ успешно адаптированы к местным условиям сорта Antiqua, Pumpkin Crush, Eskimo, Proud Mary Yellow и Cheerleader.

У нового сорта Dune Formula Mix куст прямостоячий, высота растений — 20–30 см. Цветки оранжевые и желтые, от 5 до 9 см в диаметре. Единично цветет с конца июня, массово — с середины июля до первых заморозков. На одном растении от 3 до 6 цветков и от 2 до 4 бутонов. Посев семян в теплице в конце марта. Всходы появляются через 2–3 дня. Пикировка через семь дней. Высадка в открытый грунт в конце июня.

Львиный зев большой (*Antirrhinum majus*) в настоящее время получил широкое распространение в Заполярье благодаря раннецветущим сортам. Куст прямостоячий, высотой 20–70 см. Цветки разнообразной окраски собраны в кистевидное соцветие. Цветет с середины июля до заморозков. Семена созревают ежегодно. В последние годы испытаны сорта Snahshot, Rocket, Admiral Crimson, Crackle, в 2020 г. — сорт Antiquity. Сорт Antiquity относится к низкорослым (20–25 см) растениям. Цветки преимущественно розовые, до 3 см длиной. Цветет с конца июня до заморозков. На одном растении до 5 цветков и до 7 бутонов. Посев семян в начале апреля. Всходы появляются через семь дней. Пикировка через восемь дней. Высадка в открытый грунт в конце июня.

Петуния (*Petunia hybrida*) — многолетник, выращиваемый в наших условиях как летник. Высота растений от 15 до 40 см. Цветки простые и махровые. Окраска — белая, розовая, фиолетовая однотонная и пестрая. Наиболее устойчивые в наших условиях сорта: Nambo, Selebrite, Fantasy, Aladdin Sky blue, Falcon Burgundi, Hulahoop blue и Lambada.

В 2019–2020 гг. испытаны сорта Success HD, Афродита и Dreams Red Picotee. Сорт Success HD высотой от 15 до 20 см. Цветки — нежно-розовые, от 6 до 8 см в диаметре. Единичное цветение с середины июня, массовое — с середины июля. На одном растении от 4 до 8 цветков и от 5 до 13 бутонов. Семена завязываются, но не созревают. Сорт Афродита высотой от 20 до 30 см. Цветки — белые, бахромчатые по краю, от 6 до 8 см в диаметре. Единичное цветение наблюдается в середине июня, массовое — в июле и продолжается до устойчивых заморозков. На одном растении от 4 до 10 цветков и 1–5 бутонов. Семена завязываются, но не созревают. Сорт Dreams Red Picotee высотой от 25 до 40 см. Цветки — красные, малиновые с белым окаймлением по краям, от 6 до 8 см в диаметре. Цветет с июля до конца сентября. На одном растении от 4 до 10 цветков и от 2 до 9 бутонов. Посев семян вышеперечисленных сортов

петунии в конце марта — начале апреля. Всходы появляются через 7–9 дней. Пикировка через десять дней.

Каллистефус китайский (*Callistephus chinensis*) — высокодекоративный однолетник высотой от 20 до 70 см. Окраска цветков разнообразная: от белой до темно-фиолетовой и темно-красной, включая все оттенки тональности. Цветет с июля до заморозков. Семена не созревают. В последние годы в ПАБСИ испытано несколько сортов, наиболее перспективным для нашего региона является новый сорт Pot Patio Pin. Куст высотой 20–40 см. Цветки — розовые, от 6 до 8 см в диаметре. Цветет с середины июля до заморозков. На растениях по одному цветку и 1–2 бутона. Посев семян в середине марта. Всходы появляются через десять дней. Пикировка через пять дней.

Морфометрические данные новых сортов однолетников полностью соответствуют показателям высоты и диаметра цветков растений из южных регионов. Важными показателями успешной адаптации однолетних растений в нашем климате являются: высота, количество и диаметр цветков, время и продолжительность цветения. Предпочтение отдается сортам, имеющим одинаковую высоту, компактные кусты (исключая вьющиеся), хорошее облиствление с характерной окраской. Большинство сортов испытанных растений отвечает данным требованиям. Особенно сорт Antiquity у *Antirrhinum majus*. Наибольшие расхождения по высоте отмечены у *Callistephus chinensis* (сорт Pot Patio Pink), *Tagetes erecta* (сорт Dune Formula Mix) и *Petunia hybrida* (сорт Dreams Red Picotee). Причиной этому могут быть как климатические условия, так и особенности растений. На декоративные качества растений различия по высоте значительно не повлияли, так как преобладающее количество экземпляров всех видов имело одинаковую высоту: *Petunia hybrida* (сорт Dreams Red Picotee) 70 % экз., *Callistephus chinensis* (сорт Pot Patio Pink) и *Tagetes erecta* (сорт Dune Formula Mix) — по 60 %. Для выявления причин неравномерности роста растений необходимы дальнейшие исследования.

Количество цветков (отцветших и цветущих) и бутонов — показатель декоративности, от которого зависит эстетичность растения. На него в первую очередь оказывают влияние климатические условия, так как большинство однолетних растений теплолюбивые. Испытания новых сортов это подтвердили: у них отмечено от 1 (у *C. chinensis*) до 10 (у *P. hybrida*) цветков на растении. Преобладает показатель от 3 до 10, что для наших условий вполне допустимо. В более теплые сезоны количество цветков значительно увеличивается. Для улучшения эстетических показателей нами рекомендовано производить более загущенную посадку летников (70 штук / кв. м, при норме 47 штук).

Продолжительность цветения составляет от 66 (*C. chinensis*) до 118 дней (сорта *T. patula*), что свидетельствует об успешной адаптации растений, так как вегетационный период в наших условиях длится от 90 до 115 дней. У большинства видов (за исключением *A. majus* и *C. chinensis*) цветение начиналось еще в теплице на стадии рассады. Большое разнообразие оттенков цветков придает летникам особую незаменимость. При подборе сортов для Крайнего Севера отдается предпочтение теплым тонам. Из восьми испытанных сортов: четыре — с розово-красными оттенками, три — с желто-оранжевыми, один — белый. Такая цветовая гамма благоприятна для восприятия и полезна для здоровья северян.

Анализ восьми новых сортов однолетних цветущих растений продемонстрировал их высокую декоративность и продолжительное цветение. Морфометрические показатели сортов полностью соответствуют показателям растений, выращенных в более южных регионах. Сорта рекомендованы для использования в цветочном оформлении населенных мест Кольского Севера.

Список источников

Аврорин Н. А. Чем озеленять города и поселки Мурманской области и северные районы Карело-Финской ССР. Кировск, 1941. 126 с.

Гонтарь О. Б., Жиров В. К., Казаков Л. А., Святковская Е. А., Тростенюк Н. Н. Зеленое строительство в городах Мурманской области. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2010. 224 с.

Семко А. П. Климатическая характеристика Полярно-альпийского ботанического сада // Флора и растительность Мурманской области. Л.: Наука, 1972. С. 73–129.

Тамберг Т. Г. Однолетние и двулетние декоративные растения в условиях Кольского полуострова // Декоративные растения для Крайнего Севера СССР. М.; Л., 1958. С. 104–181.

<https://sevzapagro.ru/data/CATALOG/2021/KatalogCernyseed2020russk.pdf><https://sevzapagro.ru/data> (дата обращения: 20.04.2021).

<https://sevzapagro.ru/data/CATALOG/Floranova.pdf> (дата обращения: 20.04.2021).

References

Avrorin N.A. Chem ozelenyat' goroda i poselki Murmanskoy oblasti i severnyye rayony Karelo-Finskoy SSR. Kirovsk, 1941. 126 p.

Gontar O. B., Zhiron V. K., Kazakov L. A., Svyatkovskaya E. A., Trostenyuk N. N. Green construction in the cities of the Murmansk region. Apatity: Publishing house of KNTs RAN, 2010. 224 p.

<https://sevzapagro.ru/data/CATALOG/2021/KatalogCernyseed2020russk.pdf><https://sevzapagro.ru/data> (date accessed: 20.04.2021).

<https://sevzapagro.ru/data/CATALOG/Floranova.pdf> (date of access: 20.04.2021).

Semko A. P. Climatic characteristics of the Polar-Alpine Botanical Garden // Flora and vegetation of the Murmansk region. L.: Nauka, 1972. P. 73–129.

Tamberg T. G. Annual and biennial ornamental plants in the Kola Peninsula // Ornamental plants for the Far North of the USSR. M.; L., 1958, P. 104–181.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 15.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 15.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 581.48:58.006(470.21)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.032

РАЗВИТИЕ СЕМЕННОГО ПИТОМНИКА В ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ-ИНСТИТУТЕ

Надежда Николаевна Тростенюк, Оксана Юрьевна Носатенко

¹Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
tnn_aprec@mail.ru

Аннотация

Приведены данные по развитию семенного питомника Полярно-альпийского сада-института (ПАБСИ), представленного 177 видами и таксонами внутривидового ранга многолетних травянистых растений из 27 семейств. Около половины видов составляют представители озеленительного ассортимента для городов Кольского Севера, для его пополнения перспективны шесть новых видов: *Acomastylis rossii* (R. Br.) Greene, *Erigeron peregrinus* (Banks ex Pursh) Greene, *Incarvillea mairei* (H. Lev.) Grierson, *Lysimachia vulgaris* L., *Oreogalum montanum* (L.) E. I. Golubk., *Scilla bifolia* L. В трех группах плодоносящих видов отмечено ежегодное созревание семян у 90 %; не ежегодно у 8 %; не образуют семян 2 %.

Ключевые слова:

семенной питомник, многолетние травянистые растения, озеленительный ассортимент, ПАБСИ КНЦ РАН

Original article

DEVELOPMENT OF THE SEED NURSERY IN THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE

Nadezhda N. Trostenuyk, Oksana Yu. Nosatenko

Avrurin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; tnn_aprec@mail.ru

Abstract

The PABGI seed nursery includes by 177 species and taxa of the intraspecific rank of perennial herbaceous plants from 27 families. About half of the species are in the landscape design assortment for the cities of the Kola Peninsula; 6 new species have been proposed as new and perspective for landscape design (*Acomastylis rossii* (R.Br.) Greene, *Erigeron peregrinus* (Banks ex Pursh) Greene, *Incarvillea mairei* (H.Lev.) Grierson, *Lysimachia vulgaris* L., *Oreogalum montanum* (L.) E.I.Golubk., *Scilla bifolia* L.) 3 groups of fruit-bearing species are distinguished: annually producing mature seeds, 90 %; not annually, 8 %; not producing seeds, 2 %.

Keywords:

seed nursery, perennial herbaceous plants, landscape design assortment, Polar-Alpine Botanical Garden-Institute

Введение

Полярно-альпийский ботанический сад-институт (ПАБСИ) с первых дней своего создания проводит интродукционные испытания и вводит в культуру новые виды, ранее не встречавшиеся в аборигенной флоре Кольского Севера. Большой вклад в обогащение видового разнообразия травянистых интродуцентов для Кольского Севера внесли Н. А. Аврорин, Г. Н. Андреев, Б. Н. Головкин, Т. Г. Тамберг и Т. А. Козупеева. Особенностью климатических условий данного региона является сравнительно короткий вегетационный период продолжительностью 90–115 дней и почти ежегодные заморозки в конце июня — начале июля и в конце августа. Средняя месячная температура воздуха в теплое время года, когда наблюдается основное развитие растений, составляет 10–14 °С [Семко, 1972]. Все это влияет на рост и развитие интродуцированных видов.

В настоящее время в коллекции ПАБСИ находится 1305 видов и таксонов внутривидового ранга, которые относятся к 275 родам, 48 семействам, в том числе 351 вид 153 родов 36 семейств редких и охраняемых видов [Виравчева и др., 2019]. Источниками пополнения коллекций новыми образцами, ранее не встречавшимися в Мурманской области, традиционно являются семенной обмен между ботаническими садами и экспедиционные поступления семян и живых растений из мест их естественного произрастания.

Семенной питомник (площадью 2300 м²), заложенный в начале 1970-х гг., расположен на основном экскурсионном маршруте. Планировка регулярная, за основу взят параллельный принцип расположения грядок. В 2017 г. на части питомника создана экспозиция редких и нуждающихся в охране видов травянистых растений площадью 260 м². Основное назначение семенного питомника — массовое размножение декоративных травянистых многолетников, включенных в основной озеленительный ассортимент городов Заполярья и сбор семян для пополнения обменного семенного фонда ПАБСИ.

Семена, собранные с растений на семенном питомнике, составляют 19 % от общего числа включенных в каталог образцов травянистых растений. [Тростенюк и др., 2020]. За время существования ПАБСИ издан 71 номер каталогов, первый из которых включал 230 образцов семян. В дальнейшем их количество в каталогах значительно увеличилось (до 926 штук). Издаваемый ежегодный каталог семян включает перечень аборигенных видов, древесных и травянистых интродуцентов, выращенных на коллекционных питомниках. ПАБСИ ведет двухсторонний обмен каталогами и семенами с тридцатью зарубежными и почти со всеми отечественными ботаническими садами. Садом отправлено 4734 образца семян, получено — 3601. В каталогах указывается краткая информация: для семян, собранных на питомниках, — происхождение растений, с которых собираются семена; для семян, собранных в природных местообитаниях, — место их сбора.

Созданная в 2017 г. экспозиция редких и нуждающихся в охране видов травянистых растений включена в экскурсионный маршрут и знакомит посетителей с видовым разнообразием этой группы. Экспозиция включает 54 вида из 24 семейств и 40 родов, из них 11 занесены в Красный список угрожаемых видов Международного союза охраны природы (IUCN) и имеют разные категории охранного статуса: в состоянии, близком к угрожаемому (природоохранный статус NT), — один вид (*Eryngium alpinum* L.); виды, вызывающие наименьшие опасения (природоохранный статус

LC), — десять видов (*Allium atrosanguineum* Schrenk, *A. ledebourianum* Schult. et Schult. f., *A. schoenoprasum* L., *Arnica montana* L., *A. sachalinensis* (Regel) A. Gray, *Hedysarum alpinum* L., *Lupinus nootkatensis* Sims, *Paeonia anomala* L., *Caltha palustris* L., *Helleborus purpurascens* Waldst. et Kit. и *Sanguisorba officinalis* L.) [The IUCN..., 2017].

Целью работы стала инвентаризация многолетних травянистых растений, произрастающих на семенном питомнике.

Материалы и методы

На семенном питомнике выращивается 177 видов и таксонов внутривидового ранга многолетних травянистых цветочных растений. В течение вегетационного периода за растениями проводили фенологические наблюдения каждые 2–3 дня. Фиксировали следующие фенологические фазы: начало вегетации, бутонизация, начало цветения, начало завязывания семян (зеленые плоды) и плодоношение. От одного до трех раз за сезон (в начале вегетации и в фазах массового цветения и плодоношения) измеряли высоту растений и размеры цветков [Бейдеман, 1954; Методика..., 1979]. В данном исследовании использованы сведения по времени массового цветения и плодоношению видов.

Результаты и обсуждение

В семенном питомнике 177 видов и таксонов внутривидового ранга многолетних травянистых растений относятся к 27 семействам: *Amaryllidaceae* J. St. Hil., *Apicaceae* Lindl., *Asparagaceae* Juss., *Asteraceae* Dumort., *Berberidaceae* Juss., *Bignoniaceae* Juss., *Boraginaceae* Juss., *Campanulaceae* Juss., *Caryophyllaceae* Juss., *Colchicaceae* DC., *Crassulaceae* J. St. Hil., *Gentianaceae* Juss., *Geraniaceae* Juss., *Iridaceae* Juss., *Lamiaceae* Lindl., *Malvaceae* Juss., *Papaveraceae* Juss., *Plantaginaceae* Juss., *Polemoniaceae* Juss., *Polygonaceae* Juss., *Primulaceae* Vent., *Ranunculaceae* Juss., *Rosaceae* Juss., *Saxifragaceae* Juss., *Scrophylariaceae* Juss., *Violaceae* Batsch и *Xanthorrhoeaceae* Dum. Наиболее многочисленными являются сем. *Asteraceae* (21 вид), *Rosaceae* (21 вид), *Ranunculaceae* (20 видов), *Primulaceae* (16 видов) и *Campanulaceae* (12 видов). Каждый вид представлен в количестве 25–80 особей. Видовой состав семенного питомника постоянно расширяется. За последние пять лет он пополнился 35 новыми видами травянистых растений. В питомнике представлены 85 видов многолетних цветковых растений, вошедших в основной ассортимент декоративных растений для озеленения городов Кольского Севера. За последнее время шесть видов (*Acomastylis rossii* (R. Br.) Greene, *Erigeron peregrinus* (Banks ex Pursh) Greene, *Incarvillea mairei* (H. Lev.) Grierson, *Lysimachia vulgaris* L., *Oreogeum montanum* (L.) E. I. Golubk., *Scilla bifolia* L.) успешно прошли интродукционные испытания и доказали целесообразность их включения в основной ассортимент для цветочного оформления городов Кольского Севера.

Впервые поступили в сад семенами 78 % видов. Остальные виды (22 %) привезены живыми растениями; 72 % составляют летнецветущие растения, основной период цветения которых — июль — середина августа. На раннецветущие виды приходится 16 %, на осеннецветущие — 12 %. В питомнике преобладают многолетники с сине-фиолетовыми оттенками цветков (56 %), значительно меньше с оранжево-желтыми (25 %), розово-пурпурными

(включая красные) — 12 % и белыми — 7 %. Отношение видов к освещенности почти одинаково: 58 % — теневыносливые и 42 % — светолюбивые.

Основной период созревания семян — с середины июля до второй декады сентября. Плодоносящие виды можно разделить на три группы. Виды первой группы образуют зрелые семена ежегодно: *Allium atrosanguineum* Kar. et Kir., *A. schoenoprasum* L., *Arnica montana* L., *Bellis caerulea* (Coss.) Coss. et Bol., *Campanula barbata* L., *Doronicum cataractarum* Widder, *Dracocephalum grandiflorum* L., *Erigeron multiradiatus* (Lindl. ex DC.) Benth., *Iris setosa* Pall. ex Link, *Narcissus angustifolius* Curt., *Paradisea liliastrum* (L.) Bertol., *Scilla rosenii* C. Koch, et Hook., *Sedum roseum* (L.) Scop., *Wulfenia carinthiaca* Jacq. и др. Данная группа составляет 90 % всех растений питомника. Во вторую группу (8 %) входят виды, семена которых созревают не ежегодно, в зависимости от погодных условий: *Aconitum lamarckii* Rechb., *A. napellus* L. f. *albiflorum* (Sér.) Gayet, *A. napellus* cv. *bicolor*, *Gentiana lutea* L., *G. punctata* L., *G. macrophylla* Pall., *Paradisea liliastrum* (L.) Bertol., *Primula alpicola* (W. W. Sm.) Stapf, *P. alpicola* var. *alba* W. W. Sm., *P. sikkimensis* Hook. и др. Виды третьей группы (всего 2 %) из-за позднего цветения не дают зрелых семян, основными представителями являются: *Campanula glomerata* L., *Gentiana sempervida* Pall., *Erigeron x kirovskensis* N. Arv. и *Eryngium alpinum* L.

Заключение

Семенной питомник ПАБСИ является важным интродукционным объектом для массового размножения декоративных травянистых многолетников и сбора семян для пополнения своего обменного семенного фонда. Раннецветущих видов в питомнике 16 %, осеннецветущих — 12 %. Подавляющее большинство видов (90 %) ежегодно плодоносят, остальные дают семена нерегулярно или совсем не образуют зрелых семян.

Список источников

Бейдеман И. Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 130 с.

Виравчева Л. Л., Носатенко О. Ю., Тростенюк Н. Н. Редкие многолетние растения открытого грунта Полярно-альпийского ботанического сада // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных пунктах: мат-лы науч. конф. с междунар. участием, посвященной 55-летию Донецкого ботсада. Донецк, 2019. С. 61–67.

Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. Гл. ботан. сада. 1979. Вып. 113. С. 3–8.

Семко А. П. Климатическая характеристика Полярно-альпийского ботанического сада // Флора и растительность Мурманской области. Л., 1972. С. 73–129.

Тростенюк Н. Н., Виравчева Л. Л., Гончарова О. А., Кириллова Н. Р., Липпонен И. Н., Ворсина А. А. Каталог семян, предлагаемых для обмена Полярно-альпийским ботаническим садом-институтом. Апатиты, 2020. № 71. 49 с. URL: <https://pabgi.ru/nauka/semena/katalog-semyan-№71-2020>.

The IUCN Red List of Threatened Species 2017-3 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.IUNC.Redlist.org/>.

References

Beydeman I. N. Metodika fenologicheskikh nablyudeniyy pri geobotanicheskikh issledovaniyakh. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1954. 130 p.

Metodika fenologicheskikh nablyudeniyy v botanicheskikh sadakh SSSR // Byul. Gl. botan. sada. 1979. Vyp. 113. P. 3–8.

Semko A. P. Klimaticheskaya kharakteristika Polyarno-al'piyskogo botanicheskogo sada // Flora i rastitel'nost' Murmanskoy oblasti. L., 1972. P. 73–129.

The IUCN Red List of Threatened Species 2017-3 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.IUNC.Redlist.org/>.

Trostenyuk N. N., Viracheva L. L., Goncharova O. A., Kirillova N. R., Lipponen I. N., Vorsina A. A. Katalog semyan, predlagayemykh dlya obmena Polyarno-al'piyskim botanicheskim sadom-institutom. Apatity, 2020. № 71. 49 s. URL: <https://pabgi.ru/nauka/semena/katalog-semyan-№-71-2020>.

Viracheva L. L., Nosatenko O. Yu., Trostenyuk N. N. Redkiye mnogoletniye rasteniya otkrytogo grunta Polyarno-al'piyskogo botanicheskogo sada // Izucheniye i sokhraneniye bioraznoobraziya v botanicheskikh sadakh i drugikh introduktsionnykh punktakh: mat-ly nauch. konf. s mezhdunar. uchastiyem, posvyashchennoy 55-letiyu Donetskogo botsada. Donetsk, 2019. P. 61–67.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 582.736.3:631.53.01
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.033

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ СОРТА КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА СЕМЕННЫЕ ЦЕЛИ

Марина Сергеевна Уманец^{1,2}, Нина Александровна Донских²

¹Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
mar.umanets@yandex.ru

²Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия; nina-donskikh@mail.ru

Аннотация

Изучены сорта клевера лугового отечественной (Добряк, Волосовский 86) и зарубежной (Леммон, Лестрис) селекции на семенные цели в условиях Ленинградской области. Показано, что у сорта Лестрис наиболее высокая полевая всхожесть (39 %), лучшие показатели по количеству стеблей (316 штук / м²) и урожайности (733 кг / га).

Ключевые слова:

отечественные и зарубежные сорта, *Trifolium pratense*, семенные цели, Ленинградская область

Original article

DOMESTIC AND FOREIGN VARIETIES OF MEADOW CLOVER (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) WHEN GROWING FOR SEED PURPOSES

Marina S. Umanets¹, Nina A. Donskikh²

¹*Avrora Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; mar.umanets@yandex.ru*

²*Saint Petersburg State Agrarian University, Saint Petersburg, Russia; nina-donskikh@mail.ru*

Abstract

The meadow clover varieties of domestic (Dobryak, Volosovsky 86) and foreign selection (Lemmon, Lestris) for seed purposes in the conditions of the Leningrad region have been studied. It has been shown that the Lestris variety has the highest field germination (39%), the best indicators for the number of stems (316 pcs / m²) and yield (733 kg / ha).

Keywords:

domestic and foreign varieties, *Trifolium pratense*, seed purposes, Leningrad region

Введение

Селекция и семеноводство в постсоветский период утратили централизованность и пришли в упадок. В условиях кризиса произошел захват семенного рынка иностранными компаниями, так как у регистрируемых отечественных сортов по показателям их устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам выявлен низкий конкурентный потенциал, а также невысокие технологические характеристики качества. Это способствовало развитию не только семенной импортозависимости, но и росту несортных и некондиционных семян [Королькова и др., 2020].

В настоящее время сокращение доли иностранных семян — одна из главных задач развития отечественных селекции и семеноводства. Качественные оригинальные семена сорта являются носителями ценных хозяйственно-полезных признаков, которые сохраняют высокие урожайные свойства при их репродуцировании в последующих поколениях.

Одним из основных направлений увеличения производства семян является восстановление площадей семенных посевов многолетних трав, в том числе и клевера лугового. Этот вид обладает уникальными свойствами: экологической пластичностью, высокой азотфиксирующей способностью, высокими кормовыми достоинствами как белковая культура и относительно низкой энергоемкостью выращивания, благодаря которым можно успешно решать проблемы производства дешевых кормов и растительного белка.

Семеноводческие исследования клевера лугового проводились в разных регионах страны, но не везде почвенно-климатические условия благоприятны для успешного семеноводства. Получение семян сортов клевера лугового, отвечающих требованиям ГОСТ Р 52325–2005, возможно при соблюдении всего комплекса агротехнических приемов, включая районы их товарного производства, в которых агроклиматические условия не в полной мере соответствуют тем природным условиям, где создавался сорт [ВНИИ..., 2021].

Цель нашей работы — изучение отечественных и зарубежных сортов клевера лугового на семенные цели в условиях Ленинградской области.

Объекты и методы

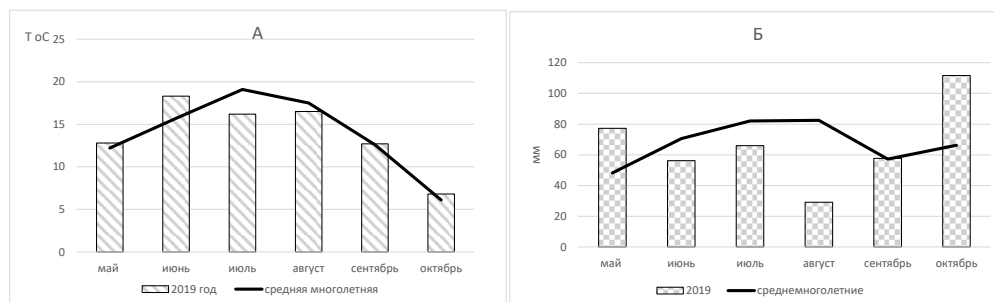
Исследования проводили на учебно-опытном поле Санкт-Петербургского государственного аграрного университета (город Пушкин). Опытные участки заложены в 2019 г. по методике Б. А. Доспехова [1985]. Объектами исследования стали сорта клевера лугового отечественной (Добряк, Волосовский 86) и зарубежной (Голландии — Леммон и Франции — Лестрис) селекции.

Посев семян клевера осуществляли беспокровно, рядовым способом, на глубину заделки 1,5 см. Площадь опытной делянки 10 м², повторность четырехкратная. Норма высева 7 кг / га, что составляет 4,1 млн штук / га (411 штук / м²). Использовали семена I класса. Учеты и наблюдения проводили по методике, разработанной Всероссийским научно-исследовательским институтом кормов им. В. Р. Вильямса [Методические..., 1987]. Осенью 2020 г. провели сбор семян. Статическая обработка результатов выполнена программными средствами Microsoft Excel. Данные приведены по средним значениям.

Результаты исследований

Погодные условия при возделывании многолетних луговых трав особенно важны в год посева. Метеоусловия первого вегетационного периода были неблагоприятными и характеризовались более высокими температурами по сравнению со среднемноголетними данными и низким количеством осадков (рис. 1). Вследствие этого появление всходов задержалось в среднем на двадцать дней.

Семенной травостой клевера должен быть неполёгшим, равномерно размещённым по площади, чистым от сорняков, выровненным по цветению. Травостой считается нормальным при густоте стояния растений 80–100 штук / м², стеблей — 300–500, головок — 600–900 штук / м². Если сохранилось 40–70 растений на 1 м², то при надлежащем уходе травостой также может быть использован на семенные цели [Методические..., 2015].



Метеорологические показатели вегетационного периода 2019 г. и среднегноголетние: *А* — температура; *Б* — количество осадков

Количество всходов в год посева показало, что из исследуемых сортов клевера лугового наиболее высокая густота стояния характерна для сорта Лестрис, наименее высокая — для сорта Леммон (табл. 1). Отечественные сорта слабо варьировали между собой. Определение полевой всхожести выявило, что наибольшее ее значение отмечено у сорта зарубежной селекции Лестрис (39 %) и у сорта отечественной селекции Волосовский (31 %). Весной 2020 г. в результате подсчета количества перезимовавших растений обнаружено, что максимально сохранился сорт Добряк (39 %), минимально — сорт Лестрис (10 %).

Таблица 1

Полевая всхожесть и сохраняемость посевов изучаемых сортов клевера лугового (2019–2020 гг.)

Сорт	Число взошедших растений, штук / м ²	Полевая всхожесть, %	Число сохранившихся растений, штук / м ²	Сохраняемость, %
Добряк	123	30	48	39
Волосовский 86	129	31	48	37
Леммон	104	25	12	12
Лестрис	162	39	16	10

Подсчет числа побегов на одном растении (перезимовавшем в 2020 г.) в посевах изучаемых сортов свидетельствует, что стеблестой варьирует от 179 до 316 штук / м². Наименее загущен сорт Леммон, наиболее загущен сорт Лестрис (табл. 2).

Таблица 2

Количество стеблей в посевах изучаемых сортов клевера лугового, штук / м²

Сорт	Количество стеблей
Добряк	211
Волосовский 86	182
Леммон	179
Лестрис	316

Семенной куст клевера лугового, в отличие от выращиваемого на кормовые цели, должен быть невысоким, прямостоячим, а травостой равномерным. Анализ наблюдений показал, что сорт Волосовский наиболее высокий (76–100 см), что привело к полеганию травостоя. Оптимальные показатели были у сорта Леммон (69–87 см).

Урожайность семян клевера лугового между сортами различалась незначительно, за исключением зарубежного сорта Лестрис, для которого характерна максимальная величина (табл. 3). При анализе массы 1000 семян особых различий не выявлено. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян сортов клевера лугового не имела существенных отличий. Лучшие показатели выявлены у сортов Добряк и Лестрис.

Таблица 3

Урожайность и семенная продуктивность клевера лугового, 2020 г.

Сорт	Урожайность, кг / га	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Добряк	452	2,0	27	33
Волосовский 86	559	1,9	25	29
Леммон	529	1,9	18	23
Лестрис	733	1,9	27	32

Заключение

Таким образом, сравнительный анализ отечественных и зарубежных сортов клевера лугового продемонстрировал, что у сорта Лестрис наиболее высокая полевая всхожесть, лучшие показатели по количеству стеблей на 1 м² и урожайности. Последний показатель у остальных сортов варьировал незначительно. По сохранности перезимовавших растений доминируют отечественные сорта. Результаты получены только за первый год исследования, поэтому носят предварительный характер.

Список источников

ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vniikormov.ru> (дата обращения: 18.04.2021).

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Королькова А. П., Кузьмин В. Н., Маринченко Т. Е. и др. Стимулирование развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур: отечественный и зарубежный опыт: аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 124 с.

Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, 1987. 197 с.

Методические рекомендации «Перспективная ресурсосберегающая технология производства семян клевера для Северного региона Нечерноземной зоны России». Киров: ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», 2015. 72 с.

References

Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.

Korolkova A. P., Kuzmin V. N., Marinchenko T. E. et al. Stimulirovaniye razvitiya selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: otechestvennyy i zarubezhnyy opyt: analit. obzor. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2020. 124 p.

Metodicheskiye rekomendatsii «Perspektivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva semyan klevera dlya Severnogo regiona Nechernozemnoy zony Rossii». Kirov: FGBNU «NIISKH Severo-Vostoka», 2015. 72 p.

Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami. M.: VNII kormov im. V. R. Vil'yamsa, 1987. 197 p.

VNII kormov im. V. R. Vil'yamsa. Ekologicheskaya selektsiya i semenovodstvo klevera lugovogo: [Elektronnyy resurs]. URL: <https://www.vniikormov.ru> (date of access: 18.04.2021).

Статья поступила в редакцию 03.06.2021; одобрена после рецензирования 05.08.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 03.06.2021; approved after reviewing 05.08.2021; accepted for publication 05.08.2021.

Научная статья
УДК 502.753:582
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.034

СОСТОЯНИЕ *BERGENIA CRASSIFOLIA* (L.) FRITSCH ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СЫКТЫВКАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Галина Сергеевна Шушпанникова, Оксана Владимировна Пахтусова
Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,
Сыктывкар, Россия; shushpannikova.galina@yandex.ru

Аннотация

Проанализирована сезонная динамика бадана толстолистного (*Bergenia crassifolia*) при интродукции в ботаническом саду Сыктывкарского государственного университета. Установлено, что высота растений ($52,4 \pm 4,8$ см) и размеры листьев (длина $15,0 \pm 0,4$ см, ширина $11,2 \pm 0,3$ см) соответствуют показателям природных популяций. Данный вид успешно реализует свой адаптивный потенциал в культуре ботанического сада в подзоне средней тайги, успешно проходя все стадии фенологического развития до созревания плодов и семян.

Ключевые слова:

интродукция, подзона средней тайги, фенология, сезонное развитие, *Bergenia crassifolia*

Original article

THE STATE OF *BERGENIA CRASSIFOLIA* (L.) FRITSCH WHEN INTRODUCED IN THE BOTANICAL GARDEN OF SYKTYVKAR UNIVERSITY

Galina S. Shushpannikova, Oksana V. Pakhtusova
Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia;
shushpannikova.galina@yandex.ru

Abstract

The seasonal dynamics of *Bergenia crassifolia* when introduced in the botanical garden of Syktyvkar State University was analyzed. It was found that the height of the plants ($52,4 \pm 4,8$ cm) and the size of the leaves (length $15,0 \pm 0,4$ cm, width $11,2 \pm 0,3$ cm) correspond to the indicators of individuals from natural populations. This species successfully implements its adaptive potentials in the culture of the botanical garden in the middle taiga subzone. It went successfully through all stages of phenological development before the ripening of fruits and seeds.

Keywords:

introduction, middle taiga, phenology, seasonal development, *Bergenia crassifolia*

Введение

Ботанический сад Сыктывкарского университета им. Питирима Сорокина (БС СГУ) занимается интродукцией декоративных и лекарственных растений на северо-востоке европейской части России. В интродукционное исследование привлекаются растения со всего мира, полученные путем обмена семенами и другими зачатками из ботанических садов и опытных сортоиспытательных станций, а также из природных местообитаний разных регионов.

В настоящее время коллекции живых растений БС СГУ насчитывают около тысячи таксонов декоративных растений открытого грунта, среди которых более 150 видов являются лекарственными [Каталог..., 2019].

Бадан толстолистный обладает декоративными и лекарственными свойствами. Его используют в ландшафтном дизайне: высаживают на каменистых горках, группами среди кустарников, деревьев, возле водоемов, используют для бордюров. Он является ценным лекарственным растением и находит применение в народной и официальной медицине [Ботанико-фармакогностический..., 1990].

Цель исследования состояла в изучении сезонного развития и оценке состояния бадана толстолистного (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch) в условиях интродукции БС СГУ в подзоне средней тайги.

Методы и объект исследования

Исследование проводили в 2016–2020 гг. на аптечном огороде в БС СГУ (61°38'42" с. ш., 50°44'58" в. д.), в окрестностях города Сыктывкара. Биоморфологические особенности данного вида изучены на выборке из тридцати особей. Проводили изучение следующих морфометрических показателей: высота растения, длина и ширина листовой пластинки, диаметр цветков. Экспериментальный материал, полученный в полевых опытах, обработан стандартными статистическими методами с использованием пакета MS Excel'07. Изучение ритмов роста и развития проводили по методикам Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина [Методика..., 1975]. Средние показатели температуры воздуха и осадков в вегетационные периоды 2016–2020 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1

Температура воздуха и сумма осадков в апреле — сентябре 2016–2020 гг. по данным метеостанции города Сыктывкара

Месяц	2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Апрель	4,9	56,4	1,1	77,4	1,6	31,3	2,1	37	5,1	32
Май	11,4	34,8	5	54,2	8,1	77,4	10,9	84,3	15,1	42
Июнь	14,6	50,6	12,5	97,6	13,5	75,9	13,6	90,4	19,6	63
Июль	19,9	70,4	18,3	79	19,4	86,7	15,3	134,2	25,7	73
Август	18,1	112	16	83,2	14,5	51,9	11,3	111,1	18,1	62
Сентябрь	9	93,4	7,5	82,2	9,6	59,5	8,1	27,6	14,6	57

Примечание. 1 — средняя температура воздуха, °С; 2 — сумма осадков, мм.

Объект исследования — бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia*) из сем. камнеломковые (*Saxifragaceae* Juss.) — многолетнее травянистое вечнозеленое растение с длинным, мощным горизонтальным корневищем. Ареал обитания — южно-сибирский, включающий горно-лесной и высокогорный пояса Алтая, Западных и Восточных Саян, Кузнецкого Алатау, гор Тувы и Прибайкалья; встречается в Гималаях, горных областях Афганистана, Кореи, Китая, севера Монголии. Растет на высоте от 300 до 2500 м над уровнем моря.

(оптимальные высоты 1000–1700 м) [Мишуров и др., 2003]. Стебель толстый, безлистный, голый, розово-красный (высотой до 50 см). Листья крупные, широкоэллиптические или почти округлые, в основании закруглённые или сердцевидные, на широких черешках, снабжённых плёчатим влагалищем, кожистые, в прикорневой розетке (зимующей под снегом), тёмно-зелёные, к осени краснеющие, сохраняющиеся до двух–трёх лет [Мазнев, 2004]. Цветки розовые, мелкие, пятичленные в метельчато-щитковидных соцветиях. Плод — коробочка [Трулевич, 2005].

Результаты и обсуждение

Наиболее благоприятным для бадана является умеренный климат, где зимой средняя температура составляет около 0 °С, а летом — от + 15 до + 20 °С [Турбина и др., 2015]. В естественной среде он стойко выдерживает морозы до – 30 ...– 40 °С. Зимостойкий вид — листва не меняет цвет под снегом, весну растение встречает зелёными и пурпурными красками листьев. Бадан толстолистный культивируется в БС СГУ с 1980 г., хорошо переносит зиму, к почве нетребователен и растёт на любых грунтах с нейтральной реакцией (рН около 7). Для растений вреден как избыток, так и недостаток влаги, поэтому при продолжительном отсутствии осадков его обязательно поливают.

В условиях БС СГУ высота бадана толстолистного варьирует от 28 до 80 см (в среднем 52,4 + 4,8 см), а в естественных местообитаниях изменяется в пределах 15–60 см [Трулевич, 2005]. Длина листовых пластинок варьирует от 6 до 24,6 см (средняя 15,0 + 0,4 см); ширина — 4,5–19,4 см (средняя 11,2 + 0,3 см), что соответствует показателям особей из природных популяций, у которых длина листовых пластинок изменяется от 3 до 35 см, ширина — от 2,5 до 30 см.

Весенняя вегетация бадана в БС СГУ начинается в первых числах мая (табл. 2), когда средняя температура воздуха достигает + 15 °С. В 2017 и 2018 гг. она началась позже, 11 и 19 мая соответственно, в связи с холодной весной. Средняя температура мая в эти годы составила + 5 ... + 8 °С (табл. 1), максимальная — + 18 ... + 20 °С. Вегетационный период в высокогорных районах Евразии приходится на начало — середину мая [Волкова и др., 2002], в интродукции БС СГУ данные сроки сдвинуты на конец мая — начало июня. Бадан толстолистный характеризуется ранним цветением. В таежной зоне Западной Сибири продолжительность периода от начала весенней вегетации до начала цветения составляет в среднем 15–20 дней [Турбина и др., 2015]. Первые бутоны появляются у растений в БС СГУ через 10–16 дней после весеннего отрастания, ближе к середине мая. Самое раннее образование бутонов (10 мая) происходило в 2016 г. в связи с ранней весной. Несмотря на запоздалую весну в 2020 г., май оказался самым тёплым (+ 15,1 °С) и бутонизация началась 14 мая. Низкими температурами мая отличались 2017 и 2018 гг., соответственно, и бутонизация началась позднее — в конце месяца (27–29 мая). Цветение бадана в условиях Ханты-Мансийского автономного округа наступает во второй декаде мая [Турбина и др., 2015]. При интродукции в БС СГУ в условиях средней тайги цветение наступает через 8–10 дней после начала образования бутонов, как и в таежной зоне Западной Сибири [Турбина, Кравченко, 2018]. В БС СГУ самое раннее цветение наблюдали в 2016 и 2020 гг. — в конце мая (23–24 мая), поскольку и бутонизация в эти годы начиналась раньше. В 2017–2019 гг. — в начале июня. Длительность цветения составляет от 37 до 67 дней. В условиях

Ханты-Мансийского автономного округа — 25–28 дней [Турбина и др., 2015]. Плодоношение наступает в середине — конце июля. В условиях Ханты-Мансийского автономного округа от начала цветения до массового созревания семян проходит в среднем 50–60 дней [Турбина, Кравченко, 2018]; в условиях БС СГУ — 47–77 дней.

Таблица 2

Сроки наступления основных фенологических фаз развития *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch в культуре БС СГУ, 2016–2020 гг.

Год	Вегетация	Бутонизация	Цветение	Плодоношение
2020	04.05	14.05	24.05	30.07
2019	05.05	15.05	08.06	15.07
2018	11.05	27.05	08.06	30.07
2017	19.05	29.05	09.06	31.07
2016	04.05	10.05	23.05	20.07

Заключение

Бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia*) успешно реализует свои адаптивные потенциалы в культуре ботанического сада среднетаежной подзоны, успешно проходя все стадии фенологического развития до созревания плодов и семян (71–87 дней).

Данный вид может быть рекомендован к посадкам в городах и поселках Республики Коми, так как он успешно произрастает в ботаническом саду с 1980 г., хорошо переносит зиму, нетребователен к плодородию почвы, неприхотлив в уходе, характеризуется ранним и длительным цветением (37–67 дней).

Список источников

- Ботанико-фармакогностический* словарь: справочное пособие / под ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. М.: Высшая школа, 1990. 272 с.
- Волкова Г. А., Мишууров В. П., Портнягина Н. В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми. СПб.: Наука, 2002. 400 с.
- Каталог растений Ботанического сада Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина / Т. В. Новаковская. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2019. 80 с.
- Мазнев Н. И. Энциклопедия лекарственных растений. М.: Мартин, 2004. 496 с.
- Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / М. С. Александрова, Н. Е. Булыгин, В. Н. Ворошилов, Р. А. Карписонова, Л. С. Плотникова М.: ГБС АН СССР, 1975. 27 с.
- Мишууров В. П., Портнягина Н. В., Зайнуллина К. С., Шалаева О. В., Шелаева Н. Ю. Опыт интродукции лекарственных растений в среднетаежной подзоне Республики Коми. Екатеринбург, 2003. С. 131–133.
- Турбина И. Н., Кравченко И. В. Результаты интродукции *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch в таёжной зоне Западной Сибири // Экология. 2018. Т. 23. С. 43–53.
- Турбина И. Н., Мантрова М. В., Кравченко И. В. К вопросу интродукции бадана толстолистного в условиях Ханты-Мансийского автономного

округа — Югры // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 10 (185). С. 240–243.

Трулевич Н. В. Вечнозеленые баданы. М.: Изд. Дом МСП, 2005. 48 с.

References

Botaniko-farmakognosticheskiy slovar: spravochnoye posobiye / Eds. K. F. Blinovoy, G. P. Yakovleva. M.: Vysshaya shkola, 1990. 272 p.

Katalog rasteniy Botanicheskogo sada Syktyvkarskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Pitirima Sorokina / T. V. Novakovskaya. Syktyvkar: Izd-vo SGU im. Pitirima Sorokina, 2019. 80 p.

Maznev N. I. Entsiklopediya lekarstvennykh rasteniy. M.: Martin, 2004. 496 p.

Metodika fenologicheskikh nablyudeniy v botanicheskikh sadakh SSSR / M. S. Aleksandrova, N. Ye. Bulygin, V. N. Voroshilov, R. A. Karpisonova, L. S. Plotnikova M.: GBS AN SSSR, 1975. 27 p.

Mishurov V. P., Portnyagina N. V., Zaynullina K. S., Shalayeva O. V., Shelayeva N. Yu. Opyt introduktsii lekarstvennykh rasteniy v srednetayezhnoy podzone Respubliki Komi. Yekaterinburg, 2003. P. 131–133.

Trulevich N. V. Vечнозеленые баданы. М.: Изд. Дом MSP, 2005. 48 p.

Turbina I. N., Kravchenko I. V. Results of Introduction of *Bergenia craccifolia* (L.) Fritsch in Taiga Zone of Western Siberia // Russian Journal of Ecology. 2018. Vol. 23. P. 43–53.

Turbina I. N., Mantrova M. V., Kravchenko I. V. K voprosu introduktsii badana tolstolistnogo v usloviyakh Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga — Yugry // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. No 10 (185). P. 240–243.

Volkova G. A., Mishurov V. P., Portnyagina N. V. Introduktsiya poleznykh rasteniy v podzone sredney taygi Respubliki Komi. SPb.: Nauka, 2002. 400 p.

Статья поступила в редакцию 11.05.2021; одобрена после рецензирования 15.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 11.05.2021; approved after reviewing 15.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 58.072:613.1
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.035

САДОВАЯ ТЕРАПИЯ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ВИЛАР: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ

Андрей Николаевич Цицилин, Татьяна Владимировна Фатеева
Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных
и ароматических растений, Москва, Россия; fitovit@gmail.com

Аннотация

Представлены результаты изучения численности микроорганизмов в воздухе над различными видами эфиромасличных растений, элементами цветочного оформления и благоустройства в ботаническом саду ВИЛАР. Показано, что количество микроорганизмов в воздухе над клумбой, созданной из эфиромасличных, лекарственных и декоративных растений, меньше, чем над газоном в 1,4 раз и над грунтовой и асфальтовой дорожками в 1,7–2,5 раза. Наибольший антимикробный эффект отмечен у *Hyssopus officinalis* L., *Origanum vulgare* L., *Thymus serpyllum* L. Из-за нехватки специально обученного персонала в ботаническом саду проводится в основном пассивная садовая терапия.

Ключевые слова:

садовая терапия, лечебный сад, ботанический сад, эфиромасличные растения, летучие фитоорганические вещества, антимикробная активность

Благодарности:

работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы «Научное формирование, сохранение и изучение биокolleкций различного направления с целью создания новых лекарственных средств и оздоровления среды обитания человека» (AAAA-A19-119112590084-5; FNSZ -2019-0008).

Original article

GARDEN THERAPY IN VILAR BOTANICAL GARDEN: USES, PROSPECTS AND CHALLENGES

Andrey N. Tsitsilin, Tatyana V. Fateeva
All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow,
Russia; fitovit@gmail.com

Abstract

The results of studying the number of microorganisms in the air above various species of aromatic plants, elements of flower bed and landscaping in the VILAR botanical garden are presented. It is shown that there are less microorganisms in the air above a flower bed created from aromatic, medicinal and ornamental plants than in the air above the lawn by 1,4 times, and by 1,7–2,5 times than above the dirt and asphalt paths. The greatest antimicrobial effect was observed for *Hyssopus officinalis* L., *Origanum vulgare* L., *Thymus serpyllum* L. Due to the lack of specially trained personnel, mainly passive garden therapy is carried out.

Keywords:

garden therapy, healing garden, botanical garden, aromatic plants, volatile phytoorganic substances, antimicrobial activity

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts of All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (AAAA-A19-119112590084-5; FNSZ -2019-0008).

Введение

Садовая терапия, или гарденотерапия, оказывает положительное действие на человека: способствует снижению уровня стресса, повышению самооценки, снижению чувство беспокойства, преодолению чувства социальной изоляции, повышению эмоциональной экспрессивности и удовольствия от жизни, поддерживает чувство коллективизма и социальные навыки у пожилых людей [Messer Dehl, 2009]. Основой садовой терапии являются лечебные сады. Согласно Американской ассоциации садовой терапии, «лечебный сад — это среда с преобладанием растений, специально созданная для облегчения взаимодействия с целебными элементами природы». Взаимодействие может быть пассивным или активным в зависимости от дизайна сада и потребностей пользователей. Садовая терапия помогает улучшить память, когнитивные способности, инициирование задач, языковые навыки и социализацию, помочь укрепить мышцы и улучшить координацию, равновесие и выносливость [American...].

В настоящее время подавляющее большинство ученых, занимающихся этой проблематикой, подразумевает под садовой терапией реабилитационные программы для детей и взрослых с ограниченными возможностями физического и психического здоровья в целях улучшения их качества жизни, социальной адаптации, реабилитации, развития положительного мировоззрения и приобретения полезных навыков [Healing..., 1999; Сизых и др., 2006; Святковская и др., 2015]. В этом случае создание красивых разноуровневых ландшафтов лечебного сада-парка, обустройство дорожек с различным видом покрытия, скульптур, проведения в садах арт-мероприятий, практических занятий и т. п. направлено на физическую и психическую активность, стимуляцию сенсорных и эмоциональных процессов, снятие эмоционального напряжения у посетителей [Healing..., 1999; Шарафиева и др., 2016; Жиров и др., 2018]. В России программы садовой терапии используют ряд ботанических садов [Сизых и др., 2006; Святковская и др., 2015; Шарафиева и др., 2016].

Однако в СССР еще более сорока лет назад широко развивалось другое направление использования садовой терапии для улучшения здоровья человека, связанное с выделением растениями летучих фитоорганических веществ (ЛФОВ) — фитонцидов, обладающих различной терапевтической активностью. Специально подобранные группы растений высаживались в лечебно-профилактических парках Крыма, Северного Кавказа, использовались в городском озеленении. Исследованиями была доказана их эффективность при лечении хронических неспецифических заболеваний легких, а также антимикробная, бронхолитическая, седативная активность их ЛФОВ [Акимов и др., 1987; Тесля и др., 1988; Цицилин, 2007]. Зарубежные учёные также указывают, что в лечебных садах необходимо выращивать эфиромасличные растения, обладающие сильным ароматом. В таких садах у человека снижается количество патогенных микроорганизмов, изменяются сердечная деятельность,

уровень артериального давления и другие объективные и субъективные показатели здоровья. Поэтому лечебные сады могут рассматриваться как часть альтернативной медицины [Healing..., 1999].

Материалы и методы

Работа выполнена с использованием биоколлекций лекарственных и эфиромасличных растений ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР (УНУ) — *Dracocephalum moldavica* L., *Hyssopus officinalis* L., *Mentha x piperita* L., *Monarda didyma* L., *Origanum vulgare* L., *Thymus serpyllum* L. Также использовали клумбу, сформированную из вышеуказанных видов вместе с другими декоративными и лекарственными растениями, газон, асфальтовую и грунтовую дорожки на территории ботанического сада (БС). Экземпляры многолетних видов растений имели возраст два года.

Численность микроорганизмов в воздухе над различными видами растений и элементами благоустройства проводили общепринятым седиментационным методом в два срока: середина июня и начало сентября. Стерильные чашки Петри с застывшей питательной средой (мясо-пептонный агар) в четырехкратной повторности ставили открытыми на 30 мин в посевах / посадках различных видов растений, формах озеленения и благоустройства. Затем их закрывали крышками и помещали в термостат при температуре + 36 °С. Через 24 часа чашки Петри вынимали из термостата и проводили подсчет колоний.

Результаты и обсуждения

Все растения выделяют ЛФОВ (фитонциды) в большей или меньшей степени. Однако имеется прямая корреляция между содержанием эфирных масел в растениях и их фитонцидной активностью. Поэтому для изучения отбирали эфиромасличные виды растений. Результаты исследований показывают, что в воздухе над клумбой, созданной из эфиромасличных, лекарственных и декоративных растений, находится меньше микроорганизмов, чем в воздухе над газоном (в 1,4 раз), и в 1,7–2,5 раза меньше, чем над грунтовой и асфальтовой дорожками. Наибольший антимикробный эффект показали растения *Hyssopus officinalis*, *Origanum vulgare* и *Thymus serpyllum*. В сентябре, в фазы цветения и плодоношения, в воздухе над всеми изученными видами наблюдалось меньшее число микроорганизмов (717–1372 КОЕ / м³), чем в июне, в фазах стеблевания и бутонизации (859–1584 КОЕ / м³) (рис. 1). Это обусловлено большим содержанием эфирного масла в надземной части исследованных эфиромасличных видов в генеративный период.

Ботанический сад ВИЛАР имеет большие возможности в расширении работы по садовой терапии: хорошее месторасположение, уникальные коллекции растений открытого и защищенного грунтов, наличие разнообразных ландшафтов (водоемов, массивов из хвойных и лиственных древесных пород, полян, оврагов и др.), опыт сотрудников в проведении учебно-просветительских экскурсий для школьников, студентов и взрослых.

Из главных проблем, затрудняющих регулярное проведение занятий по садовой терапии для детей и взрослых с ограниченными возможностями физического и психического здоровья, следует отметить отсутствие или наличие небольшого опыта работы с такими посетителями у сотрудников БС. Как показывает наш опыт взаимодействия в БС с подростками с девиантным

поведением из специальной школы «Шанс» и детьми коррекционного класса колледжа, для работы с такими посетителями необходим более многочисленный персонал, прошедший специальное обучение, так как занятия должны проводиться индивидуально или в небольших группах. Поэтому в настоящее время в БС осуществляется в основном пассивная садовая терапия.

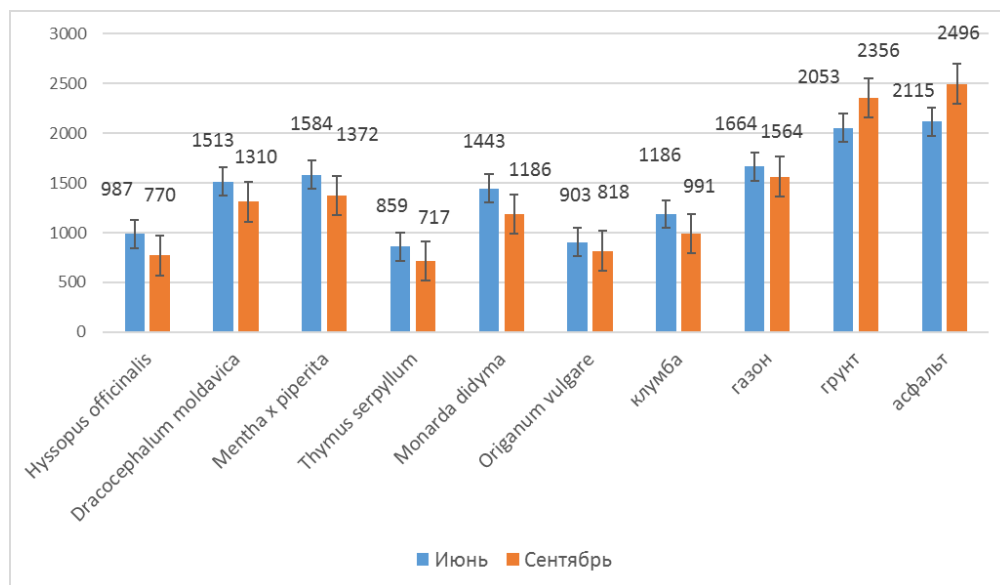


Рис. 1. Количество колониобразующих единиц (КОЕ) в воздухе над растениями и элементами озеленения и благоустройства, штук / м³

Выводы

Летучие фитоорганические вещества растений обладают антимикробной активностью, сочетающейся с положительным действием на организм человека, что делает перспективным их использование для постоянной санации воздушной среды в присутствии человека. Результаты исследований показывают, что в воздухе над клумбой, созданной из эфиромасличных, лекарственных и декоративных растений, находится меньше микроорганизмов, чем в воздухе над газоном (в 1,4 раз), и в 1,7–2,5 раза, чем над грунтовой и асфальтовой дорожками. Наибольший антимикробный эффект показали виды растений *Hyssopus officinalis*, *Origanum vulgare* и *Thymus serpyllum*.

Список источников

Акимов Ю. А., Остапчук И. Ф., Захаренко Г. С. Методические рекомендации по применению местных и интродуцированных растений в санаторных парках Южного берега Крыма. Ялта: Гос. Никитский бот. сад, 1987. 30 с.

Жиров В. К., Гонтарь О. Б., Маурчева П. А. Лечебные ландшафты в контексте психологии пространственного восприятия: китайские традиции и современные подходы // Зеленый журнал — бюллетень ботанического сада Тверского гос. ун-та. 2018. Вып. 4. С. 46–52.

Святковская Е. А., Гонтарь О. Б., Тростенюк Н. Н., Калашикова И. В., Жиров В. К. Гарденотерапия как составная часть социальной адаптации

и профориентации для обучающихся с интеллектуальными нарушениями // Вестник ТвГУ. Сер: Педагогика и психология. 2015. № 3. С. 244–261.

Сизых С. В., Кузеванов В. Я., Белозерская С. И., Песков В. П. Садовая терапия: использование ресурсов ботанического сада для социальной адаптации и реабилитации: справочно-методическое пособие. Иркутск: Изд-во Ирк. гос. ун-та, 2006. 48 с.

Тесля Л. Э., Помогайлов А. А., Усачев Г. В., Мальчуковский Л. Б. Естественная и преформированная аэрофитотерапия в Пятигорских санаториях «Машук» имени М. Ю. Лермонтова // Вторая республиканская конф. по медиц. ботанике: тез. докл. Киев, 1988. С. 409–410.

Цицилин А. Н. Использование генофонда лекарственных растений при озеленении Москвы // Проблемы озеленения крупных городов: мат-лы 10-й конф. М., 2007. С. 71–72.

Цицилин А. Н., Яковлева О. С., Фатеева Т. В., Мотина Е. А., Шипулина Л. Д. Биологические и биохимические особенности некоторых видов растений, используемых для озеленения интерьеров // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. № 11. С. 16–19.

Шарафиева Л. Р. Ландшафтная арт-терапия с семьями и сообществами в среде ботанического сада // Арт-терапия и арт-педагогика: новые возможности для развития и социализации личности: сб. мат-лов Всерос. науч.-практич. конф. СПб.; Грязи: Скифия Принт, 2016. С. 90–93.

American Horticultural Therapy Association. URL: <https://www.ahta.org> (дата обращения 29.05.2021).

Healing Gardens: therapeutic benefits and design recommendations / Eds.: Clare Cooper Marcus, Marni Barnes. John Wiley & Sons, 1999. 610 p.

Messer Dehl E. L. Gardens that heal // Ecotherapy: healing with nature in mind / Eds.: L. Buzzell, C. Chalquist. Berkeley: Counterfront, 2009. P. 166–173.

References

Akimov Yu. A., Ostapchuk I. F., Zakharenko G. S. Metodicheskiye rekomendatsii po primeneniyu mestnykh i introdutsirovannykh rasteniy v sanatornykh parkakh Yuzhnogo berega Kryma. Yalta: Gos. Nikitskiy bot. sad, 1987. 30 p.

American Horticultural Therapy Association. URL: <https://www.ahta.org> (дата обращения 29.05.2021).

Healing Gardens: therapeutic benefits and design recommendations / Eds.: Clare Cooper Marcus, Marni Barnes. John Wiley & Sons, 1999. 610 p.

Messer Dehl E. L. Gardens that heal // Ecotherapy: healing with nature in mind / Eds.: L. Buzzell, C. Chalquist. Berkeley: Counterfront, 2009. P. 166–173.

Sharafiyeva L. R. Landshaftnaya art-terapiya s sem'yami i soobshchestvami v srede botanicheskogo sada // Art-terapiya i art-pedagogika: novyye vozmozhnosti dlya razvitiya i sotsializatsii lichnosti: sb. mat-lov Vseros. nauch.-praktich. konf. SPb.; Gryazi: Skifiya Print, 2016. P. 90–93.

Sizykh S. V., Kuzevanov V. Ya., Belozerskaya S. I., Peskov V. P. Sadovaya terapiya: ispol'zovaniye resursov botanicheskogo sada dlya sotsial'noy adaptatsii i reabilitatsii: spravochno-metodicheskoye posobiye. Irkutsk: Izd-vo Irk. gos. un-ta, 2006. 48 p.

Svyatkovskaya Ye. A., Gontar O. B., Trostenyuk N. N., Kalashnikova I. V., Zhirov V. K. Gardenoterapiya kak sostavnaya chast' sotsial'noy adaptatsii i proforiyentatsii dlya

obuchayushchikhsya s intellektual'nymi narusheniyami // Vestnik TvGU. Ser: Pedagogika i psikhologiya. 2015. No 3. P. 244–261.

Teslya L. E., Pomogaylov A. A., Usachev G. V., Malchukovskiy L. B. Yestestvennaya i preformirovannaya aerofitoterapiya v Pyatigorskikh sanatoriyakh «Mashuk» imeni M. Yu. Lermontova // Vtoraya respublikanskaya konf. po medits. botanike: tez. dokl. Kiyev, 1988. P. 409–410.

Tsitsilin A. N. Ispol'zovaniye genofonda lekarstvennykh rasteniy pri ozelenenii Moskvy // Problemy ozeleneniya krupnykh gorodov: mat-ly 10-y konf. M., 2007. P. 71–72.

Tsitsilin A. N., Yakovleva O. S., Fateyeva T. V., Motina Ye. A., Shipulina L. D. Biologicheskiye i biokhimicheskiye osobennosti nekotorykh vidov rasteniy, ispol'zuyemykh dlya ozeleneniya inter'yerov // Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii. 2013. No 11. P. 16–19.

Zhirov V. K., Gontar O. B., Mauriceva P. A. Lechebnyye landshafty v kontekste psikhologii prostranstvennogo vospriyatiya: kitayskiye traditsii i sovremennyye podkhody // Zelenyy zhurnal — byulleten' botanicheskogo sada Tverskogo gos. un-ta. 2018. Iss. 4. P. 46–52.

Статья поступила в редакцию 05.06.2021; одобрена после рецензирования 24.06.2021; принята к публикации 10.09.2021.

The article was submitted 05.06.2021; approved after reviewing 24.06.2021; accepted for publication 10.09.2021.

Научная статья
УДК 630.9
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.036

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ФОНДА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ В ДЛИТЕЛЬНОЙ РЕТРОСПЕКТИВЕ

**Юрий Игоревич Максимов, Владимир Николаевич Сидоренко,
Александр Иванович Кривичев**

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва,
Россия; deforestation75@mail.ru*

Аннотация

Представлены основные показатели лесного хозяйства Мурманской области с момента ее образования в качестве Мурманской губернии и с последующими преобразованиями в Мурманский округ и Мурманскую область. Построены и исследованы ряды динамики за 1921–2020 гг. следующих показателей: площади основных категорий земель лесного фонда, лесистости, общего запаса древесины, заготовки древесины (включая деловую), распределения площадей основных лесообразующих пород по классам возраста.

Ключевые слова:

Мурманская область, ряды динамики, лесной фонд, лесообразующие породы, запас древесины

Original article

DYNAMIC OF THE MURMANSK OBLAST FOREST FUND IN A LONGER TIME-FRAME: STATISTIC REVIEW

Yuriy I. Maksimov, Vladimir N. Sidorenko, Aleksandr I. Krivichev

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; deforestation75@mail.ru

Abstract

Main indexes of the Murmansk oblast forestry from its appearance as Murmansk governorate and further transformations to Murmansk okrug and Murmansk oblast are shown in the article. Time series for 1921–2020 period were designed and studied for lands of main forest fund categories, forest cover, total wood stock, logging (with industrial wood), area of forest forming species by age classification.

Keywords:

Murmansk oblast, time series, forest fund, forest-forming species, forest yield

Введение

Экономико-статистический анализ современной ситуации в лесном хозяйстве как России в целом, так и Мурманской области в частности в настоящее время существенно затруднён, причём за годы, прошедшие после развала СССР, ситуация ухудшилась: снижались объёмы и качество лесоустроительных работ, наметилась тенденция к уменьшению объёмов публикуемых статистических данных.

В системе лесного хозяйства после проведения каждого Государственного учёта лесного фонда (ГУЛФ) издавались соответствующие статистические справочники, но они почти не содержали данных в динамике. Разделы по лесному хозяйству в статистических сборниках, издаваемых Росстатом (ранее Госкомстатом РФ) и Мурманскстатом (см. раздел «Статистические сборники СССР, РСФСР, Российской Федерации, Мурманской области (лесной фонд, лесозаготовки, лесовосстановление)» в списке литературы), могли содержать данные за несколько лет, но круг публикуемых статистических показателей был существенно ограничен. Что же касается различных статистических баз данных в электронном виде (Центральная база статистических данных и Единая межведомственная информационно-статистическая система), то их качество и своевременность обновления наряду с удобством и быстротой поиска нужной информации вызывают определённые сомнения. Наряду с этим, как отмечал д. э. н. А. Д. Думнов, появившееся «множество форм текущего статистического наблюдения, предусмотренных непосредственно положениями Лесного кодекса Российской Федерации, а также учётно-статистические формы ведомственного характера... имеет признаки перекрещивания и дублирования; порой это ощутимо усложняют и запутывают выбор наиболее надёжных источников информации для проведения анализа и формулирования объективных выводов по его итогам» [Думнов, 2019, с. 53]. В научных публикациях можно найти ряды динамики отдельных показателей лесного фонда: например, с 1961 по 1998 гг. [Алексеев, Марков, 2003] или с 1966 по 1998 гг. [Дякун, 2001], но эти работы опубликованы уже достаточно давно. Поэтому представляется чрезвычайно важной задача построения достоверных рядов динамики по широкому кругу показателей лесного хозяйства в длительной ретроспективе.

Материалы и методы

Информационной базой исследования послужили данные государственных учётов лесного фонда до 2008 г. и государственного лесного реестра (ГЛР) с 2009 г., опубликованные в статистических справочниках и сборниках союзного, федерального и регионального уровней, архивные материалы (см. список литературы). Были использованы стандартные методы анализа рядов динамики: сопоставление, восстановление пропущенных значений (уровней рядов динамики), графическое представление, расчет темпов роста и структурных коэффициентов.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 собраны статистические данные по основным показателям, характеризующим лесной фонд Мурманской области с момента её образования в качестве Мурманской губернии в составе РСФСР (1921 г.), с последующими преобразованиями в Мурманский округ в составе Ленинградской области (1927 г.) и Мурманскую область (1938 г.).

Анализ динамики показателей лесного фонда, приведенных в табл. 1, позволил выявить ряд положительных изменений. Покрытая лесом площадь к 2020 г. увеличилась на 21,2 % по сравнению с 1961 г. (к тому моменту Мурманская область приобрела ныне существующие границы). Как следствие, увеличилась и лесистость. С 1983 г. наметилась тенденция к росту общего запаса

древесины. Удельный вес покрытой лесом площади в общей площади земель лесного фонда в 1927 г. составлял 67,4 %, в 1961 г. сократился до 44,2 %, а в 2020 г. вырос до 54,1 %.

В таблице 2 приводится динамика распределения покрытой лесом площади по группам лесообразующих пород и возраста. Леса Мурманской области представлены двумя видами основных лесообразующих пород (хвойные и мягколиственные), а твёрдолиственные породы не встречаются. В возрастной структуре хвойных пород преобладают спелые и перестойные древостои. Среди мягколиственных пород преобладают средневозрастные лесные насаждения.

На рисунке 1 представлена динамика вывозки древесины в Мурманской области с 1937 по 2020 гг. В лесном хозяйстве под вывозкой понимают «перемещение транспортным средством деревьев, хлыстов, сортиментов от погрузочного пункта до мест временного хранения или обработки» [Лесное..., 2002, с. 51].

Существенное увеличение объёмов вывозки древесины пришлось на вторую половину 1930-х гг., а после спада в годы Великой Отечественной войны рост продолжался до начала 1960-х гг. С середины 1960-х гг. наблюдается тенденция сокращения вывозки древесины и увеличения лесистости. После развала СССР, акционирования и последующей ликвидации территориального производственного объединения «Мурманлес» произошло обвальное падение вывозки древесины.

В 2008 г., по словам председателя Комитета лесного хозяйства Мурманской области А. Зимина, «на территории Мурманской области осталось всего три более-менее крупных лесозаготовительных предприятия: ЗАО «Природа», ООО «Огни Кайрал», ООО «Войта», которые осуществляют заготовку до 80 % от общего объёма заготавливаемой древесины на территории региона». Эти же предприятия и цифры были названы в Лесном плане Мурманской области на 2019–2028 гг. Там же было справедливо отмечено, что «заготовка древесины на значительной части территории лесного фонда является нерентабельной для потенциальных арендаторов».

Такая ситуация объясняется рядом причин. Леса в области низкобонитетны (средний класс бонитета на 1 января 2018 г. составлял 2,5). Протяжённость лесовозных дорог по состоянию на 1 января 2003 г. составляла лишь 3554 км (для сравнения в соседней Карелии — 25775 км). Крупные потребители заготовленной древесины в регионе отсутствуют.

Заключение

По результатам исследования можно сделать вывод о наличии положительных тенденций показателей лесного фонда Мурманской области, связанных с существенным сокращением заготовки древесины в первой половине 1990-х гг. и восстановлением лесов. Вместе с тем древесина в Мурманской области становится более низкотоварной (см. структуру породного состава в табл. 2) и в настоящее время не находит своего потребителя в отличие от соседних с ней регионов.

Таблица 1

Основные показатели лесного фонда и лесов, не входящих в лесной фонд, Мурманской области
(на начало года или на момент проведения ГУЛФ)

Год	Площадь региона, тыс. га	Общая площадь земель лесного фонда, тыс. га			Лесистость, %	Общий запас древесины, млн м ³
		всего	в том числе лесные земли			
			всего	из них покрытые лесом		
1921	13021	3764,5	2402,2	...	16,1	...
1924	13021	4303,5	3280,9	...	...	...
1927	12860	4963,1	3486,8	3347,3	26,0	...
1949	13910	9484,7	4570,1	3578,9	25,7	135,0
1956	13910	9851,1	5596,9	4674,1	33,6	288,6
1961	14490	9827,2	5226,7	4346,8	30,0	240,5
1966	14490	9696,4	5212,2	4354,7	30,1	203,3
1973	14490	9990,9	...	4785,3	33,0	197,7
1978	14490	10035,6	5421,5	4866,9	33,6	193,3
1983	14490	10002,1	5405,9	5021,2	34,7	192,9
1988	14490	9992,5	5435,4	5190,0	35,8	210,5
1993	14490	9936,4	5461,2	5197,5	35,9	211,5
1998	14490	9972,6	5448,0	5253,4	36,3	210,6
2003	14490	10048,0	5463,8	5359,2	37,0	231,4
2008	14490	10022,4	5475,7	5393,7	37,2	238,6
2013	14490	10021,0	5476,0	5412,0	37,3	238,5
2020	14490	10029,0	...	5426,0	37,4	238,1

Примечание. С 1921 по 1966 г. — данные по лесам в ведении органов лесного хозяйства. Источник: материалы ГУЛФ и ГЛР.

Таблица 2

Динамика площадей древостоев по группам пород и классам возраста, тыс. га
(по лесам в ведении органов лесного хозяйства)

Группа пород и возраста	1927	1949	1956	1961	1966	1973	1978	1983	1988	1993	1998	2003	2010	2018
Хвойные	3258	3337	3686	3259	3190	3422	3464	3577	3682	3671	3727	3862	3716	3732
молодняки	...	...	181	332	471	758	879	1051	1116	1127	1208	944	851	878
средневозрастные	...	...	146	160	310	682	710	735	704	714	711	727	779	778
приспевающие	...	141	336	210	237	259	274	261	184	167	166	172	150	148
спелые и перестойные	...	3196	3023	2557	2173	1722	1601	1530	1679	1663	1642	2020	1935	1928
Мягколиственные	89	195	988	1088	1165	1197	1230	1282	1287	1303	1300	1435	1410	1409
молодняки	...	...	197	247	263	277	312	329	232	205	205	158	85	85
средневозрастные	...	...	130	134	295	379	412	446	503	562	560	659	699	699
приспевающие	...	31	61	44	123	153	158	159	119	115	115	88	90	90
спелые и перестойные	...	163	601	663	484	388	349	348	434	421	421	530	536	535
Доля хвойных пород, %	97,3	94,5	78,9	75,0	73,2	74,1	73,8	73,6	74,1	73,8	74,1	72,9	72,5	72,6
Доля мягколиственных пород, %	2,7	5,5	21,1	25,0	26,8	25,9	26,2	26,4	25,9	26,2	25,9	27,1	27,5	27,4

Примечание: Составлено по материалам ГУЛФ и ГЛР.

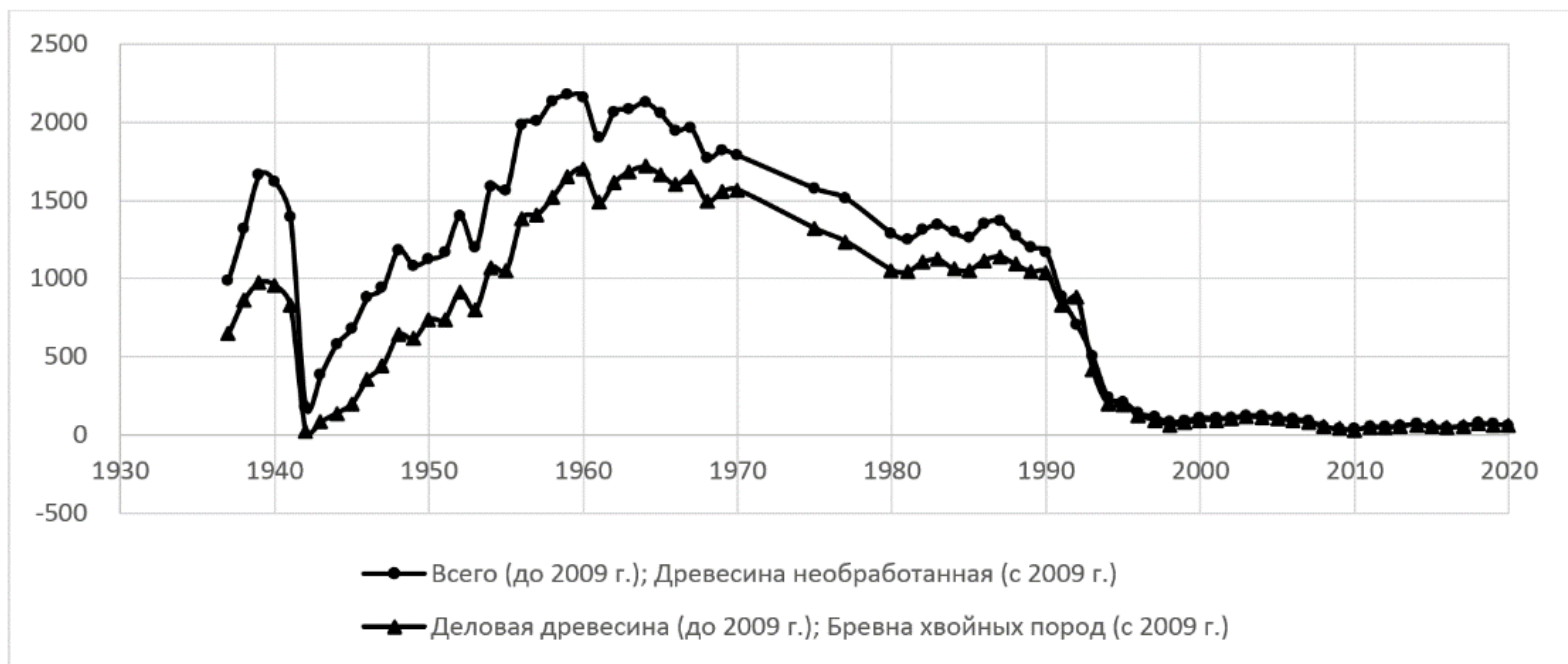


Рис. 1. Вывозка древесины в Мурманской области (тыс. плотных м³). *Источник:* Составлено В. Н. Сидоренко по союзным, федеральным и региональным статистическим публикациям

Список источников

Алексеев В. А., Марков М. В. Статистические данные о лесном фонде и изменение продуктивности лесов России во второй половине XX века. СПб.: Санкт-Петербургский лесной экол. центр, 2003. 272 с.

Думнов А. Д. Развитие статистики окружающей природной среды — от XIX к XXI веку (краткий обзор) // Вопросы статистики. 2019. № 1. С. 44–70.

Дякун Ф. А. Динамика лесного фонда Европейско-Уральской части России (1966–1998 гг.) и научное обеспечение государственного учета лесного фонда: дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2001. 395 с.

Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленности СССР. Стат. сборник / ЦСУ при Совете Министров СССР. М., 1972. С. 112–113, 124–125.

Лесное хозяйство РСФСР и перспективы его развития / Народный комиссариат земледелия Р. С. Ф. С. Р. М.: Новая деревня, 1924. Прил. 1–2.

Лесное хозяйство: терминологический словарь / под ред. А. Н. Филипчука. М.: ВНИИЛМ, 2002. 480 с.

Лесной фонд Союза ССР (по сост. на 1 янв. 1949 г.) / Мин-во лесного хозяйства СССР. М., 1949. С. 4.

Лесной фонд РСФСР (стат. сборник) / ГУ ЛХ и ПЛ; Мин-во сельского хозяйства РСФСР. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1958. С. 6, 11.

Лесной фонд РСФСР. Стат. сборник (по материалам учета лесного фонда на 1 янв. 1961 г.) / ГУ ЛХ и охраны леса при Совете Министров РСФСР. М.: Гослесбумиздат, 1962. С. 6, 7, 11, 257, 487, 527.

Лесной фонд СССР (по учету на 1 янв. 1966 г.) / Гос. ком. лесн. хоз-ва Совета Министров СССР. М.: Лесная промышленность, 1968. С. 59, 80, 194–195.

Лесной фонд СССР (по учету на 1 янв. 1973 г.). В 3 кн. / Гос. ком. лесн. хоз-ва Совета Министров СССР. М., 1976. Кн. 1. 599 с.; Кн. 2. 560 с.; Кн. 3. 800 с.

Лесной фонд СССР (по учету на 1 янв. 1978 г.). В 2 т. / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву. М., 1982. Т. 1. 603 с.; Т. 2. 688 с.

Лесной фонд СССР (по учету на 1 янв. 1983 г.). В 2 т. / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву. М., 1986. Т. 1. 896 с.; Т. 2. 976 с.

Лесной фонд СССР (по учету на 1 янв. 1988 г.). В 2 т. / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву. М., 1990. Т. 1. 1008 с.; Т. 2. 1024 с.

Лесной фонд России (по учету на 1 янв. 1993 г.): справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. 280 с.

Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда по состоянию на 1 янв. 1998 г.): справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. 650 с.

Лесной фонд России (по данным гос. учета лесного фонда по состоянию на 1 янв. 2003 г.): справочник. М.: ВНИИЛМ, 2003. 640 с.

Материалы по статистическому учету лесного фонда СССР (по состоянию на 1 окт. 1927 г.) / Бюро лесной статистики; Управление лесами; Нар. Ком. Земледелия РСФСР. М.: Новая деревня, 1929. Вып. 2. С. 16–17.

Мурманская область в цифрах. Стат. сборник. 1999, 2000, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 / Федеральная служба гос. статистики; Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Мурманской обл. Мурманск, 2000, 2009–2019, 2021.

Народное хозяйство Мурманской области. Стат. сборник / ЦСУ СССР; Статистическое управление Мурманской обл. Мурманск: Госстатиздат, 1957. 94 с.

Народное хозяйство РСФСР. Стат. сборник / Стат. управление РСФСР; Госкомстат РСФСР. М., 1957-1990.

Охрана окружающей среды в России. 2010: стат. сб. / Росстат. М., 2010. 303 с.
Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: стат. сб. / Росстат. М., 2019. 1204 с.; 2020. 1242 с.

РГАЭ, Ф-1562. Оп. 1. Д. 328. С. 28.

Сборник статистических материалов по Мурманской губернии / Мурманский губернский стат. отдел. Мурманск, 1926. Вып. 1. [2], XIII, III, [2], 135 с.

Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2013: стат. сб. / Росстат. М., 2013. 462 с.

Статистический ежегодник, 2020 / Федеральная служба государственной статистики; Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Мурманской обл. Мурманскстат, 2020. 206 с.

References

Alekseyev V. A., Markov M. V. Statisticheskiye dannyye o lesnom fonde i izmeneniye produktivnosti lesov Rossii vo vtoroy polovine XX veka. SPb.: Sankt-Peterburgskiy lesnoy ekol. tsentr, 2003. 272 p.

Dumnov A. D. Razvitiye statistiki okruzhayushchey prirodnoy sredy — ot XIX k XXI veku (kratkiy obzor) // Voprosy statistiki. 2019. No 1. P. 44–70.

Dyakun F. A. Dinamika lesnogo fonda Yevropeysko-Ural'skoy chasti Rossii (1966–1998 gg.) i nauchnoye obespecheniye gosudarstvennogo ucheta lesnogo fonda: dis. ... d-ra s.-kh. nauk. M., 2001. 395 p.

Lesnaya, derevoobrabatyvayushchaya i tsellyulozno-bumazhnaya promyshlennosti SSSR. Stat. sbornik / TSSU pri Sovete Ministrov SSSR. M., 1972. P. 112–113, 124–125.

Lesnoy fond Rossii (po dannym gos. ucheta lesnogo fonda po sostoyaniyu na 1 yanv. 2003 g.): spravochnik. M.: VNIILM, 2003. 640 p.

Lesnoy fond Rossii (po dannym gosudarstvennogo ucheta lesnogo fonda po sostoyaniyu na 1 yanv. 1998 g.): spravochnik. M.: VNIITslesresurs, 1999. 650 p.

Lesnoy fond Rossii (po uchetu na 1 yanv. 1993 g.): spravochnik. M.: VNIITslesresurs, 1995. 280 p.

Lesnoy fond RSFSR (stat. sbornik) / GU LKH i PL; Min-vo sel'skogo khozyaystva RSFSR. M.; L.: Goslesbumizdat, 1958. P. 6, 11.

Lesnoy fond RSFSR. Stat. sbornik (po materialam ucheta lesnogo fonda na 1 yanv. 1961 g.) / GU LKH i okhrany lesa pri Sovete Ministrov RSFSR. M.: Goslesbumizdat, 1962. P. 6, 7, 11, 257, 487, 527.

Lesnoy fond Soyuza SSR (po sost. na 1 yanv. 1949 g.) / Min-vo lesnogo khozyaystva SSSR. M., 1949. P. 4.

Lesnoy fond SSSR (po uchetu na 1 yanv. 1966 g.) / Gos. kom. lesn. khoz-va Soveta Ministrov SSSR. M.: Lesnaya promyshlennost', 1968. P. 59, 80, 194–195.

Lesnoy fond SSSR (po uchetu na 1 yanv. 1973 g.). V 3 kn. / Gos. kom. lesn. khoz-va Soveta Ministrov SSSR. M., 1976. Kn. 1. 599 s.; Kn. 2. 560 s.; Kn. 3. 800 p.

Lesnoy fond SSSR (po uchetu na 1 yanv. 1978 g.). V 2 t. / Gos. kom. SSSR po lesn. khoz-vu. M., 1982. Vol. 1. 603 p.; Vol. 2. 688 p.

Lesnoy fond SSSR (po uchetu na 1 yanv. 1983 g.). V 2 t. / Gos. kom. SSSR po lesn. khoz-vu. M., 1986. Vol. 1. 896 p.; Vol. 2. 976 p.

Lesnoy fond SSSR (po uchetu na 1 yanv. 1988 g.). V 2 t. / Gos. kom. SSSR po lesn. khoz-vu. M., 1990. Vol. 1. 1008 p.; Vol. 2. 1024 p.

Lesnoye khozyaystvo RSFSR i perspektivy yego razvitiya / Narodnyy komissariat zemledeliya R. S. F. S. R. M.: Novaya derevnya, 1924. Pril. 1–2.

Lesnoye khozyaystvo: terminologicheskiy slovar / Ed. A. N. Filipchuka. M.: VNIILM, 2002. 480 p.

Materialy po statisticheskomu uchetu lesnogo fonda SSSR (po sostoyaniyu na 1 okt. 1927 g.) / Byuro lesnoy statistiki; Upravleniye lesami; Nar. Kom. Zemledeliya RSFSR. M.: Novaya derevnya, 1929. Iss. 2. P. 16–17.

Murmanskaya oblast' v tsifrakh. Stat. sbornik. 1999, 2000, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 / Federal'naya sluzhba gos. statistiki; Territorial'nyy organ Federal'noy sluzhby gos. statistiki po Murmanskoy obl. Murmansk, 2000, 2009–2019, 2021.

Narodnoye khozyaystvo Murmanskoy oblasti. Stat. sbornik / TSSU SSSR; Statisticheskoye upravleniye Murmanskoy obl. Murmansk: Gosstatizdat, 1957. 94 p.

Narodnoye khozyaystvo RSFSR. Stat. sbornik / Stat. upravleniye RSFSR; Goskomstat RSFSR. M., 1957 1990. Okhrana okruzhayushchey sredy v Rossii. 2010: stat. sb. / Rosstat. M., 2010. 303 p.

Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskiye pokazateli. 2019: stat. sb. / Rosstat. M., 2019. 1204 s.; 2020. 1242 p.

RGAE, F-1562. Op. 1. D. 328. P. 28.

Sbornik statisticheskikh materialov po Murmanskoy gubernii / Murmanskiy gubernskiy stat. otdel. Murmansk, 1926. Vyp. 1. [2], XIII, III, [2], 135 p.

Sel'skoye khozyaystvo, okhota i okhotnich'ye khozyaystvo, lesovodstvo v Rossii. 2013: stat. sb. / Rosstat. M., 2013. 462 p.

Statisticheskiy yezhegodnik, 2020 / Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki; Territorial'nyy organ Federal'noy sluzhby gos. statistiki po Murmanskoy obl. Murmanskstat, 2020. 206 p.

Статья поступила в редакцию 05.06.2021; одобрена после рецензирования 08.07.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 05.06.2021; approved after reviewing 08.07.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 631.4
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.037

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Галина Михайловна Кашулина

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
galina.kashulina@gmail.com*

Аннотация

Почвенные исследования сотрудниками Полярно-альпийского ботанического сада в последние два десятилетия ведутся на территории Кольского полуострова и Шпицбергена по нескольким направлениям: морфология и генезис почв, мониторинг окружающей среды, антропогенная трансформация почв, биогеохимия окружающей среды, экологическое почвоведение, регулирование плодородия искусственно созданных почв ботанического сада.

Ключевые слова:

почва, плодородие, биогеохимия, загрязнение, окружающая среда, мониторинг, Кольский полуостров, Шпицберген

Original article

OVERVIEW OF RECENT SOIL INVESTIGATIONS IN THE POLAR-ALPINE BOTANIC GARDEN-INSTITUTE

Galina M. Kashulina

*Avrurin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; galina.kashulina@gmail.com*

Abstract

In the last two decades, Polar-Alpine Botanical Garden carried out soil studies on the Kola Peninsula and Svalbard in several directions: soil genetics and morphology of natural and damaged soils, complex landscape monitoring of the environment, complex biogeochemical environmental studies, soil ecology, and fertility of manmade soils in botanical garden.

Keywords:

soil, fertility, biogeochemistry, pollution, environment, monitoring, Kola Peninsula, Svalbard

Введение

Несмотря на небольшую мощность (от нескольких сантиметров до нескольких метров), почва играет огромную и незаменимую роль в жизни человека и функционировании биосферы. Почва не только основной источник продуктов питания, но и важнейший фактор формирования условий (теплового баланса планеты, состава атмосферы и гидросферы) для существования всего разнообразия жизни на планете [Добровольский, Никитин, 1990]. Почвенные исследования всегда были важным направлением исследований в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте (ПАБСИ). Основные вехи истории почвенных исследований на Кольском полуострове в XX в. были представлены ранее в очерке В. Н. Переверзева [2011]. Данная статья является кратким обзором современных почвенных исследований ПАБСИ.

© Кашулина Г. М., 2021

Материалы и методы

Основными объектами почвенных исследований в ПАБСИ в последние годы служили площадки комплексного почвенно-геоботанического мониторинга, расположенные в локальной зоне воздействия медно-никелевого предприятия [Кашулина и др., 2010; Кашулина и др., 2015; Кашулина, 2017, 2018], и почвы юго-западного побережья острова Западный Шпицберген [Переверзев, 2012; Переверзев, Литвинова, 2010; Литвинова, Кашулина, 2015; Кашулина и др., 2021]. Методы исследования включали: морфологическое описание почвенных разрезов и химический анализ почвенных образцов с определением гранулометрического состава, валового состава, физико-химических свойств, содержания и состава органического вещества. Кроме того, продолжалась обработка данных крупного международного проекта экогеохимического картирования северо-востока Европы [www.gsf.fi/Barents].

Результаты и обсуждение

Основными объектами почвенных исследований ПАБСИ длительное время служили целинные и антропогенно-измененные почвы Кольского полуострова. Из-за возросшего в мире интереса к Арктике у почвоведов ПАБСИ в последние десятилетия появилась возможность значительно расширить географию своих исследований. С 2004 г. в ПАБСИ были начаты морфолого-генетические и комплексные биогеохимические исследования почв на Шпицбергене. Исследования показали, что, несмотря на высокое широтное положение территории, здесь под сплошным тундровым покровом формируются хорошо развитые, высоко гумусированные серогумусовые почвы. Особенности морфологического сложения и свойства этих почв были изучены профессором В. Н. Переверзевым [Переверзев, 2012; Переверзев, Литвинова, 2010]. Более подробная характеристика особенностей органического вещества и его профильного распределения в серогумусовых почвах была представлена в монографии Т. И. Литвиновой и Г. М. Кашулиной [2015]. К настоящему времени детальная морфолого-генетическая характеристика получена еще для шести типов почв Шпицбергена. Кроме того, исследованиями на Шпицбергене были выявлены биогеохимические особенности серогумусовых почв [Кашулина и др., 2017] и охарактеризованы температурные условия, при которых протекают почвенные процессы [Литвинова, Кашулина, 2021]. Серия специальных полевых экспериментов была посвящена оценке биологической активности серогумусовых почв. Их реальная микробиологическая активность, оцененная по интенсивности эмиссии CO₂, соответствовала высокоширотному положению территории и оказалась в 2–3 раза ниже по сравнению с тундровой зоной континентальной части России [Кашулина и др., 2018]. Однако скорость разложения органического вещества различного материала (растений овса, мхов, листьев ивки и целлюлозы) в серогумусовых почвах оказалась соизмеримой со скоростью их трансформации в почвах лесной зоны Кольского полуострова [Иванова и др., 2021], что свидетельствует о достаточно высокой потенциальной микробиологической активности серогумусовых почв Шпицбергена.

В последние десятилетия XX в. стало очевидно, что промышленная деятельность в регионе, как и во всем мире, вызывает серьезные негативные изменения в окружающей среде, включая деградацию и химическое загрязнение

почв. Два крупных международных проекта комплексного экогеохимического картирования на территории Кольского полуострова были посвящены изучению химического загрязнения окружающей среды в регионе. На основе результатов экогеохимического картирования западной части Кольского полуострова и соседней территории Финляндии и Норвегии [www.ngu.no/Kola] было детально проанализировано поведение 26 элементов в естественных и загрязненных почвах региона, определены фоновые уровни элементов и оценена степень и масштабы химического загрязнения почв [Кашулина, 2002]. Комплексный характер этих исследований позволил выявить факторы, механизмы и масштабы повреждения экосистем в регионе, включая эрозию почв, под влиянием выбросов промышленных предприятий [Kashulina et al., 1997].

Результаты более масштабного экогеохимического картирования территории 1,5 млн км² на северо-востоке Европы [www.gsf.fi/Barents] предоставили возможность выявить основные факторы и закономерности географического распределения одного из самых токсичных элементов — свинца — в атмосферных осадках, почвах, поверхностных водах и ассимилирующих органах распространенных в регионе видов растений [Кашулина, 2010]. Большая широтная протяженность обследованной территории позволила продемонстрировать снижение концентраций большинства элементов в листьях семи видов дикорастущих растений по мере продвижения с юга на север. Это означает, что фоновые концентрации элементов должны устанавливаться для каждого вида растений и каждого региона отдельно [Кашулина, 2019]. Сравнение данных химического состава атмосферных осадков и поверхностных вод с тридцатью малыми водосборами позволило сделать балансовые расчеты для тридцати элементов и охарактеризовать влияние «работы» всей наземной части водосбора на поведение элементов в ландшафте [Кашулина, 2015].

Из-за высокой техногенной нагрузки на экосистемы одной из приоритетных научных задач в регионе, как и в мире в целом, стал мониторинг состояния окружающей среды. В 2001 г. совместно с Кольским геологическим лабораторно-информативным центром (город Апатиты) в локальной зоне воздействия выбросов медно-никелевого комбината «Североникель» (самого крупного на севере Европы источника эмиссии SO₂ и тяжелых металлов) был организован комплексный почвенно-геоботанический мониторинг, который на отдельных площадках по некоторым параметрам продолжается по настоящее время. При организации мониторинга было заложено двадцать стационарных площадок на расстоянии 1–17 км от источника выбросов. На площадках велись наблюдения за зимними и летними атмосферными осадками, химическим составом ассимилирующих органов девяти видов растений, почвами и состоянием растительности.

На основе данных этого проекта был подготовлен ряд публикаций, в которых представлен анализ текущего состояния морфологического сложения почв, содержания и состава органического вещества [Кашулина и др., 2010], кислотного статуса почв [Кашулина и др., 2015], профильного распределения валовых концентраций Ni, Cu, Co, Cd, Pb, Zn и Mn и взаимосвязи между уровнями загрязнения почв тяжелыми металлами и состоянием экосистем [Кашулина, 2017], степени и факторов варьирования концентраций тяжелых металлов в почвах в многолетней динамике [Кашулина, 2018], а также современного химического состава атмосферных осадков [Kashulina et al., 2014]

и растений [Кашулина, Салтан, 2008]. Данные температурных регистраторов [Кашулина и др., 2020] показали, что нарушения теплового и водного режима почв в поврежденных промышленными выбросами экосистемах могут быть дополнительными к экстремальному загрязнению стресс-факторами для выживших угнетенных растений и семян, препятствуя восстановлению экосистем.

В 2017 г. в лаборатории почвоведения были начаты работы по изучению искусственно созданных почв коллекционных питомников ПАБСИ [Чуева и др., 2021]. Основной задачей исследований является разработка современных экологических подходов к регулированию плодородия искусственно созданных почв коллекционных питомников для повышения эффективности процесса интродукции растений в Субарктику и более полного использования их генетического потенциала в научных и прикладных целях.

Заключение

Основными объектами исследований лаборатории почвоведения ПАБСИ в последние два десятилетия являются почвы Кольского полуострова и Шпицбергена. Основные направления исследований — морфология и генезис почв, мониторинг окружающей среды, антропогенная трансформация почв, биогеохимия окружающей среды, экологическое почвоведение и регулирование плодородия искусственно созданных почв ботанического сада.

Список источников

Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука, 1990. 262 с.

Иванова Н. С., Кашулина Г. М., Литвинова Т. И. Скорость трансформации растительных остатков в серогумусовых почвах юго-западного побережья острова Западный Шпицберген // Труды Кольского научного центра РАН. Прикладная экология Севера. Вып. 9. 2021. Т. 12, № 6. С. 276–280.

Кашулина Г. М. Аэротехногенная трансформация почв европейского субарктического региона. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. Ч. 1. 158 с.; Ч. 2. 234 с.

Кашулина Г. М. Свинец в окружающей среде: результаты комплексного картирования территории 1.5 млн. кв. км северо-восточной части Европы // Современные проблемы загрязнения почв. М.: Факультет почвоведения МГУ, 2010. С. 37–41.

Кашулина Г. М. Баланс элементов и почвообразование на малых водосборах северо-востока Европы // Роль почв в биосфере и жизни человека. М.: МАКСПресс, 2015. С. 180–181.

Кашулина Г. М. Экстремальное загрязнение почв выбросами медно-никелевого предприятия на Кольском полуострове // Почвоведение. 2017. № 7. С. 860–873.

Кашулина Г. М. Мониторинг загрязнения почв тяжелыми металлами в окрестностях медно-никелевого предприятия на Кольском полуострове // Почвоведение. 2018. № 4. С. 493–505.

Кашулина Г. М. Влияние географического фактора на химический состав растений // Вестник Кольского научного центра РАН. 2019. № 3 (11). С. 38–44.

Кашулина Г. М., Кубрак А. Н., Коробейникова Н. М. Кислотность почв в окрестностях медно-никелевого комбината «Североникель», Кольский полуостров // Почвоведение. 2015. № 4. С. 486–500.

Кашулина Г. М., Литвинова Т. И., Дрогобужская С. В., Баскова Л. А. Комплексные биогеохимические исследования окружающей среды на острове Западный Шпицберген // Вестник Кольского научного центра РАН. 2017. Вып. 4. С. 75–80.

Кашулина Г. М., Литвинова Т. И., Сидорова О. Р. Влияние ландшафтного положения на эмиссию CO₂ почвами в окрестностях пос. Баренцбург, Шпицберген // Вестник Кольского научного центра РАН. 2018. № 3 (10). С. 199–204.

Кашулина Г. М., Литвинова Т. И., Коробейникова Н. М. Сравнительный анализ температуры горизонта O подзола на двух в различной степени деградированных участках техногенно трансформированной экосистемы (Кольский полуостров) // Почвоведение. 2020. № 9. С. 1132–1143.

Кашулина Г. М., Литвинова Т. И., Коробейникова Н. М. Почвы юго-западного побережья острова Западный Шпицберген // Труды Кольского научного центра РАН. Прикладная экология Севера. Вып. 9. 2021. Т. 12, № 6. С. 271–275.

Кашулина Г. М., Переверзев В. Н., Литвинова Т. И. Трансформация органического вещества почв в условиях экстремального загрязнения выбросами комбината «Североникель» // Почвоведение. 2010. № 10. С. 1265–1275.

Кашулина Г. М., Салтан Н. В. Химический состав растений в экстремальных условиях локальной зоны комбината «Североникель». Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. 239 с.

Литвинова Т. И., Кашулина Г. М. Органическое вещество почв побережий фьордов острова Западный Шпицберген. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2015. 123 с.

Литвинова Т. И., Кашулина Г. М. Распределение температурных показателей по профилю серогумусовой почвы, остров Западный Шпицберген // Труды Кольского научного центра РАН. Прикладная экология Севера. Вып. 9. 2021. Т. 12, № 6. С. 281–286.

Переверзев В. Н. Почвы и почвенный покров Кольского полуострова: история и современное состояние исследований // Вестник Кольского научного центра РАН. 2011. № 1 (5). С. 39–43.

Переверзев В. Н. Почвы на морских и моренных отложениях побережья Биллефьорда (остров Западный Шпицберген) // Почвоведение. 2012. № 11. С. 1160–1170.

Переверзев В. Н., Литвинова Т. И. Почвы морских террас и коренных склонов на побережьях фьордов острова Западный Шпицберген // Почвоведение. 2010. № 3. С. 259–269.

Чуева Н. В., Кашулина Г. М., Коробейникова Н. М. Агрохимические свойства почв коллекционных питомников Полярно-альпийского ботанического сада // Труды Кольского научного центра РАН. Прикладная экология Севера. Вып. 9. 2021. Т. 12, № 6. С. 287–291.

Kashulina G., Caritat P., Reimann C. Snow and rain chemistry around the “Severonikel” industrial complex, NW Russia: Status and retrospective analysis // Atmospheric Environment. 2014. Vol. 89. P. 672–682.

Kashulina G. Reimann C., Finne T. E., Halleraker J. H., Ayras M. and Chekushin V. The state of the ecosystems in the Central Barents Region: scale, factors and mechanism of disturbance // The Science of the Total Environment. 1997. Vol. 206. P. 203–225.

References

- Chuyeva N. V., Kashulina G. M., Korobeynikova N. M.* Agrochemical properties of soil of the Polar-Alpine Botanical Garden // Transactions Kola Science Centre. Applied Ecology of the North. Series 9. 2021. Vol. 12, No 6. P. 287–291.
- Dobrovolskiy G. V., Nikitin E. D.* Funktsii pochv v biosfere i ekosistemakh (ekologicheskoye znachenie pochv). M.: Nauka, 1990. 262 p.
- Ivanova N. S., Kashulina G. M., Litvinova T. I.* Fate of transformation of plants residues in the umbrisol of the southwestern coast of Svalbard // Transactions Kola Science Centre. Applied Ecology of the North. Series 9. 2021. Vol. 12, No 6. P. 276–280.
- Kashulina G. M.* Aerotekhnogennaya transformatsiya pochv yevropeyskogo subarkticheskogo regiona. Apatity: Izd-vo KNTS RAN, 2002. Iss. 1. 158 p.; Iss. 2. 234 p.
- Kashulina G. M.* Balans elementov i pochvoobrazovaniye na malykh vodosborakh severo-vostoka Yevropy // Rol' pochv v biosfere i zhizni cheloveka. M.: MAKSPress, 2015. P. 180–181.
- Kashulina G. M.* Extreme pollution of soils by emissions of the copper–nickel industrial complex in the Kola Peninsula // Eurasian Soil Science. 2017. No 7. P. 860–873.
- Kashulina G. M.* Monitoring of soil contamination by heavy metals in the impact zone of copper-nickel smelter on the Kola Peninsula // Eurasian Soil Science. 2018. No 4. P. 493–505.
- Kashulina G. M.* Svinets v okruzhayushchey srede: rezul'taty kompleksnogo kartirovaniya territorii 1.5 mln. kv. km severo-vostochnoy chasti Yevropy // Sovremennyye problemy zagryazneniya pochv. M.: Fakul'tet pochvovedeniya MGU, 2010. P. 37–41.
- Kashulina G. M.* Vliyaniye geograficheskogo faktora na khimicheskiiy sostav rasteniy // Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. 2019. No 3 (11). P. 38–44.
- Kashulina G. M., Kubrak A. N., Korobeynikova N. M.* Soil acidity status in the vicinity of the severonikel copper-nickel industrial complex, Kola Peninsula // Eurasian Soil Science. 2015. No 4. P. 486–500.
- Kashulina G. M., Litvinova T. I., Drogobuzhskaya S. V., Baskova L. A.* Kompleksnyye biogeokhimicheskiye issledovaniya okruzhayushchey sredy na ostrove Zapadnyy Shpitsbergen // Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. 2017. Iss. 4. P. 75–80.
- Kashulina G. M., Litvinova T. I., Korobeynikova N. M.* Soils of southwest coast of West Shpitsbergen Island // Transactions Kola Science Centre. Applied Ecology of the North. Series 9. 2021. Vol. 12, No 6. P. 271–275.
- Kashulina G. M., Litvinova T. I., Korobeynikova N. M.* Sravnitel'nyy analiz temperatury gorizonta O podzola na dvukh v razlichnoy stepeni degradirovannykh uchastkakh tekhnogenno transformirovannoy ekosistemy (Kol'skiy poluostrov) // Eurasian Soil Science. 2020. No 9. P. 1132–1143.
- Kashulina G. M., Litvinova T. I., Sidorova O. R.* Vliyaniye landshaftnogo polozheniya na emissiyu CO₂ pochvami v okrestnostyakh pos. Barentsburg, Shpitsbergen // Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. 2018. No 3 (10). P. 199–204.
- Kashulina G. M., Pereverzev V. N., Litvinova T. I.* Transformation of the soil organic matter under the extreme pollution by emissions of the Severonikel smelter // Eurasian Soil Science. 2010. No 10. P. 1265–1275.
- Kashulina G. M., Saltan N. V.* Khimicheskiiy sostav rasteniy v ekstremal'nykh usloviyakh lokal'noy zony kombinata «Severonikel!». Apatity: Izd-vo KNTS RAN, 2008. 239 p.

Kashulina G., Caritat P., Reimann C. Snow and rain chemistry around the “Severonikel” industrial complex, NW Russia: Status and retrospective analysis // *Atmospheric Environment*. 2014. Vol. 89. P. 672–682.

Kashulina G., Reimann C., Finne T. E., Halleraker J. H., Ayras M. and Chekushin V. The state of the ecosystems in the Central Barents Region: scale, factors and mechanism of disturbance // *The Science of the Total Environment*. 1997. Vol. 206. P. 203–225.

Litvinova T. I., Kashulina G. M. Organicheskoye veshchestvo pochv poberezhnykh fiordov ostrova Zapadnyy Shpitsbergen. Apatity: Izd-vo KNTS RAN, 2015. 123 p.

Litvinova T. I., Kashulina G. M. Temperature regime of umbrisols, western spitzbergen // *Transactions Kola Science Centre. Applied Ecology of the North. Series 9*. 2021. Vol. 12, No 6. P. 281–286.

Pereverzev V. N. Pochvy i pochvennyy pokrov Kol'skogo poluostrova: istoriya i sovremennoye sostoyaniye issledovaniy // *Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN*. 2011. No 1 (5). P. 39–43.

Pereverzev V. N. Soils developed from marine and moraine deposits on the Billefjord coast, West Spitsbergen // *Eurasian Soil Science*. 2012. No 11. P. 1160–1170.

Pereverzev V. N., Litvinova T. I. Soils of sea terraces and bedrock slopes of fiords in Western Spitsbergen // *Eurasian Soil Science*. 2010. No 3. P. 259–269.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 09.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 09.06.2021; accepted for publication 24.08.2021

Научная статья
УДК 504.054:631.416
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.038

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Ирина Владимировна Лянгузова

*Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук,
Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация

Результаты сорокалетнего мониторинга уровня загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) Al-Fe-гумусовых подзолов сосновых лесов Кольского полуострова показали, что, несмотря на 5–9-кратное снижение объемов атмосферных выбросов комбинатом «Североникель», фитотоксичность почв остается высокой на территории буферной зоны и очень высокой в пределах импактной зоны. В условиях полевого эксперимента труднорастворимая полиметаллическая пыль очень медленно трансформируется в более мобильные формы тяжелых металлов, доступные для растений.

Ключевые слова:

северная тайга, Al-Fe-гумусовый подзол, техногенное загрязнение, тяжелые металлы

Original article

HEAVY METALS IN THE FOREST SOILS OF THE KOLA PENINSULA

Irina V. Lyanguzova

*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg,
Russia*

Abstract

The results of 40-year monitoring of the level of heavy metal pollution of Al-Fe-humus podzols of pine forests in the Kola Peninsula showed that, despite on 5–9-fold decrease in the volume of atmospheric emissions by the “Severonickel” smelter complex, the phytotoxicity of soils remains high in the buffer zone and is very high within the impact zone. Under the conditions of a field experiment, sparingly soluble polymetallic dust is very slowly transformed into more mobile forms of heavy metals available to plants.

Keywords:

Northern taiga, Al-Fe-humus podzols, technogenic pollution, heavy metals

Введение

Лаборатория экологии растительных сообществ Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН уже сорок лет проводит мониторинг состояния сосновых лесов, в том числе и лесных почв, в фоновых районах Кольского полуострова и в зоне воздействия комбината «Североникель» (город Мончегорск), основными ингредиентами атмосферных выбросов которого являются диоксид серы и полиметаллическая пыль, содержащая техногенные соединения Ni, Cu, Co. Согласно опубликованным данным, в период 1981–1990 гг. ежегодный объем атмосферных выбросов SO₂ предприятием ОАО «Североникель» превышал в среднем 220 тыс. т, твердых веществ — 16 тыс. т.

В настоящее время ежегодный объем выбросов SO₂ и твердых веществ составляет соответственно 35–37 и 2,9–3,4 тыс. т, т. е. произошло 5–9-кратное снижение. При совместном воздействии газообразных и твердых поллютантов разделить их токсический эффект в природных условиях очень сложно. Закладка полевых экспериментов позволяет выявить негативное влияние ТМ на состояние лесных экосистем. Полевой эксперимент по искусственному загрязнению почвы полиметаллической пылью был заложен в фоновом районе Кольского полуострова в 1992 г., его подробное описание приведено в [Лянгузова и др., 2020].

Цель настоящей работы — обобщенный анализ уровня загрязнения Al-Fe-гумусовых подзолов по градиенту аэротехногенного загрязнения, а также оценка степени трансформации полиметаллической пыли в органогенном горизонте подзолов.

Материалы и методы

Объект данной работы — Al-Fe-гумусовые подзолы [Классификация..., 2004], преимущественно органогенный горизонт (лесная подстилка). Выбор верхнего, органогенного, горизонта подзолов (О) в качестве объекта обусловлен тем, что именно этот горизонт почвы является важным биогеохимическим барьером, эффективно связывающим поллютанты и препятствующим их проникновению вглубь почвы и в сопредельные среды.

Мониторинг проводили на сети постоянных пробных площадей, заложенных в однотипных сосновых лесах фоновых районов Кольского полуострова и на территории буферной (30–35 км от комбината) и импактной (10–15 км) зон комбината «Североникель» (город Мончегорск), а также на участках полевого эксперимента в сосняках лишайниковом и лишайниково-зеленомошном вблизи комбината.

Отбор почвенных образцов, пробоподготовку и определение содержания различных форм Ni, Cu, Co, переходящих из подстилки в вытяжки (H₂O, ацетатно-аммонийный буферный раствор с pH = 4,8, 1,0 N HCl), проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии [Методы..., 2002]. Валовое содержание ТМ определяли после кислотного разложения подстилки в смеси конц. HCl + HNO₃ в соотношении 3:1 в микроволновой системе. Согласно современным представлениям [Базилевич, Титлянова, 2008], лесная подстилка сформирована тремя подгоризонтами. Мы анализировали содержание ТМ в подгоризонте AOF + AOH.

Для оценки уровня загрязнения почвы сосновых лесов использовали индекс техногенной нагрузки (ИТН), который рассчитывали как суммарное превышение концентраций кислоторастворимых форм Ni, Cu, Co в лесной подстилке в зоне загрязнения по отношению к их содержанию в том же горизонте почв фонового района [Методы..., 2002]. При расчете ИТН суммарное содержание этих металлов принимали за 1.

Результаты и обсуждение

В фоновых сосновых лесах Кольского полуострова среднее содержание кислоторастворимых форм Ni + Cu + Co в лесной подстилке подзолов составляет 20,0 ± 0,5 мг / кг. Динамика ИТН в буферной и импактной зонах за период исследования (рис. 1) показывает, что, несмотря на 5–9-кратное снижение объемов атмосферных выбросов, уровень загрязнения органогенного горизонта

почв ТМ не снижается. На территории буферной зоны пределы варьирования ИТН составляют от 3,6 (1997 г.) до 27,2 (2017 г.) отн. ед. В соответствии со шкалой фитотоксичности [Евдокимова и др., 2011], почвы буферной зоны в 1980–1990-е гг. были отнесены к сильнотоксичным, а в 2009 г. характеризовались промежуточным состоянием между сильно- и слаботоксичными.



Рис. 1. Многолетняя динамика ИТН в органогенном горизонте почв буферной и импактной зон комбината «Североникель»

На территории импактной зоны минимальное значение ИТН (36,1 отн. ед.) отмечено в 1984 г., а максимальные величины (119 отн. ед.) зарегистрированы в 1981 и 2019 гг. Согласно шкале фитотоксичности, почвы импактной зоны по-прежнему входят в разряд сильнотоксичных. По мнению Г. М. Кашулиной [2017, 2018], наиболее важными факторами варьирования концентраций Ni, Cu и Co в почве являются содержание органического вещества и количество атмосферных осадков, выпавших за предшествующий отбору образцов год; обратная зависимость содержания элементов в почве от количества атмосферных осадков свидетельствует о динамичности и обратимости процесса аккумуляции ТМ почвами.

Оценка степени подвижности ТМ в лесной подстилке участков полевого эксперимента позволила установить общие закономерности и отличительные черты в преобразовании полиметаллической пыли в органогенном горизонте исследуемых подзолов. Вполне логично, что с увеличением силы экстрагента содержание ТМ в вытяжках возрастает. Доля водорастворимых форм Ni и Cu от их валового содержания в подстилке была наименьшей на обоих экспериментальных участках, а содержание этих форм Co было ниже предела обнаружения (табл. 1). Доля подвижных форм ТМ, переходящих в ацетатно-аммонийную вытяжку из подстилки, была существенно выше в более сухом сосняке лишайниковом по сравнению с более влажным сосняком лишайниково-зеленомошным. Максимальные значения доли кислоторастворимых форм всех исследуемых ТМ, переходящих в солянокислую вытяжку из подстилки, были зарегистрированы также в сосняке лишайниковом. Соотношение долей ТМ в разных вытяжках различалось: если доли подвижных форм всех исследуемых металлов были сопоставимы на каждом экспериментальном участке, то доля кислоторастворимых форм Cu в 4–7 раз превышала доли этих форм Ni и Co.

Таблица 1

Содержание (средние и ошибки средних) и размах варьирования доли (% от валового содержания) ТМ в вытяжках из подстилки сосняков на участках полевого эксперимента

Металл	Вытяжка		
	вода	ацетатно-аммонийный буферный раствор, pH = 4,8	1,0 N раствор HCl
<i>Сосняк лишайниковый</i>			
Ni	0,9 ± 0,1 (0,4–1,7)	13,2 ± 1,9 (4,8–53)	20,0 ± 1,1 (9–40)
Cu	2,5 ± 0,1 (1,5–4,0)	11,1 ± 1,4 (5,5–45)	75 ± 2 (47–100)
Co	–	13,1 ± 1,4 (7,4–45)	13,4 ± 0,5 (8–19)
<i>Сосняк лишайниково-зеленомошный</i>			
Ni	0,7 ± 0,1 (0,3–1,3)	4,4 ± 0,3 (1,3–7)	8,7 ± 0,5 (3–14)
Cu	1,8 ± 0,1 (1,3–2,6)	6,0 ± 0,5 (3–13)	63 ± 3 (40–91)
Co	–	8,5 ± 0,6 (3,6–13)	12,2 ± 0,8 (5–18)

Таким образом, можно констатировать, что за семнадцать лет, прошедших с начала эксперимента, практически нерастворимые формы (сульфиды и оксиды) техногенных соединений Ni, Cu, Co частично перешли в более миграционно мобильные формы, доступные для растений. Однако, как показали наши предыдущие исследования [Lyanguzova et al., 2015, 2016], в органогенном горизонте подзолов как экспериментальных участков, так и импактной зоны присутствуют частицы, форма, морфология поверхности и химический состав которых характерны для частиц пыли газоотхода печей плавки штейнов или рудных плавок.

Заключение

Проведенные исследования показали, что, несмотря на 5–9-кратное снижение объемов атмосферных выбросов, не выявлено уменьшения уровня загрязнения органогенного горизонта почв ТМ. В условиях аэротехногенного загрязнения фитотоксичность Al-Fe-гумусовых подзолов остается на высоком уровне.

Трансформация полиметаллической пыли, содержащей нерастворимые или труднорастворимые техногенные соединения ТМ, происходит по-разному в органогенном горизонте подзолов и зависит от химической природы металла, минералогического состава полиметаллической пыли, особенностей взаимодействия соединений ТМ с органическим веществом почвы, а также от биогеоэкологической обстановки в растительных сообществах.

Список источников

Базилевич Н. И., Титлянова А. А. Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск, 2008. 381 с.

Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П., Калабин Г. В. Содержание и токсичность тяжелых металлов в почвах зоны воздействия воздушных выбросов комбината «Североникель» // Почвоведение. 2011. № 2. С. 261–268.

Кашулина Г. М. Экстремальное загрязнение почв выбросами медно-никелевого предприятия на Кольском полуострове // Почвоведение. 2017. № 7. С. 860–873.

Кашулина Г. М. Мониторинг загрязнения почв тяжелыми металлами в окрестностях медно-никелевого предприятия на Кольском полуострове // Почвоведение. 2018. № 4. С. 493–505.

Классификация и диагностика почв России. Смоленск, 2004. 342 с.

Методы изучения лесных сообществ. СПб., 2002. 240 с.

Лянгузова И. В., Бондаренко М. С., Беляева А. И., Катаева М. Н., Баркан В. Ш., Лянгузов А. Ю. Миграция тяжелых металлов из загрязненной почвы в растения и лишайники в условиях полевого эксперимента на Кольском полуострове // Экология. 2020. № 6. С. 427–440.

Lyanguzova I. V., Goldvirt D. K., Fadeeva I. K. Transformation of Polymetallic Dust in the Organic Horizon of Al–Fe-humus Podzol (Field Experiment) // Eurasian Soil Science. 2015. Vol. 48, N. 7. P. 701–711.

Lyanguzova I. V., Goldvirt D. K., Fadeeva I. K. Spatiotemporal Dynamics of the Pollution of Al–Fe-Humus Podzols in the Impact Zone of a Nonferrous Metallurgical Plant // Eurasian Soil Science. 2016. Vol. 49, N. 10. P. 1189–1203.

References

Kashulina G. M. Monitoring of soil contamination by heavy metals in the impact zone of copper-nickel smelter on the Kola Peninsula // Eurasian Soil Science. 2018. No 4. P. 493–505.

Bazilevich N. I., Titlyanova A. A. Bioticheskiy krugovorot na pyati kontinentakh: azot i zol'nyye elementy v prirodnykh nazemnykh ekosistemakh. Novosibirsk, 2008. 381 p.

Evdokimova G. A., Mozgova N. P., Kalabin G. V. Contents and toxicity of heavy metals in soils of the zone affected by aerial emissions from the severonikel enterprise // Eurasian Soil Science. 2011. No 2. P. 261–268.

Kashulina G. M. Extreme pollution of soils by emissions of the copper-nickel industrial complex in the kola peninsula // Eurasian Soil Science. 2017. No 7. P. 860–873.

Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. Smolensk, 2004. 342 s.

Lyanguzova I. V., Bondarenko M. S., Belyaeva A. I., Kataeva M. N., Barkan V. S., Lyanguzov A. Y. Migration of heavy metals from polluted soil to plants and lichens under conditions of field experiment on the Kola Peninsula // Russian Journal of Ecology. 2020. Vol. 51. No. 6. P. 528-540.

Lyanguzova I. V., Goldvirt D. K., Fadeeva I. K. Spatiotemporal Dynamics of the Pollution of Al–Fe-Humus Podzols in the Impact Zone of a Nonferrous Metallurgical Plant // Eurasian Soil Science. 2016. Vol. 49, N. 10. P. 1189–1203.

Lyanguzova I. V., Goldvirt D. K., Fadeeva I. K. Transformation of Polymetallic Dust in the Organic Horizon of Al–Fe-humus Podzol (Field Experiment) // Eurasian Soil Science. 2015. Vol. 48, No. 7. P. 701–711.

Metody izucheniya lesnykh soobshchestv. SPb., 2002. 240 p.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 31.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 631.425.6
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.039

ГОДОВАЯ ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ГОЛЬЦОВЫХ ПУСТЫНЬ ХИБИН (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ирина Михайловна Штабровская, Ирина Викторовна Зенкова
*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного
центра Российской академии наук, Апатиты, Россия; ishtabrovskaya@mail.ru*

Аннотация

В рамках комплексных экологических исследований наиболее высокогорного пояса Хибин — пояса гольцовых пустынь — получены данные по годовой динамике температуры под фрагментарной растительностью разного типа на плато горы Айкуайвенчорр (1059–1063 м над уровнем моря). Проведено сравнение основных рассчитанных показателей температуры (средние, минимальные и максимальные значения, суммы отрицательных и положительных температур) с поясом гольцовых пустынь на плато ранее изученной горы Вудъяврчорр (1021–1023 м). Общей для двух гор особенностью динамики температуры подстилок было преобладание в годовом цикле периода с отрицательными среднесуточными температурами (более 200 суток, или 58 % годового периода).

Ключевые слова:

Хибинский горный массив, пояс гольцовых пустынь, подстилка, температура, динамика

Благодарности:

исследования выполнены в рамках государственного задания темы научной-исследовательской работы № А18-118021490070-5 Института проблем промышленной экологии Севера Кольский научного центра Российской академии наук и поддержаны грантом Российского фонда фундаментальных исследований «Аспиранты» (проект № 20-34-90135 «Температурный режим почв как фактор разнообразия и активности почвенной биоты в горных экосистемах Кольской Субарктики»).

Original article

ANNUAL DYNAMICS OF TEMPERATURE IN THE SOIL OF THE MOUNTAIN ARCTIC (GOLTISOVY) DESERTS BELT IN Khibiny MOUNTAINS (MURMANSK REGION)

Irina M. Shtabrovskaya, Irina V. Zenkova
*Institute of North Industrial Ecology Problems of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia; ishtabrovskaya@mail.ru*

© Штабровская И. М., Зенкова И. В., 2021

Abstract

As part of comprehensive environmental research of the highest Arctic mountain (goltsovy) desert belt of the Khibiny, data were obtained on the annual temperature dynamics in fragmentary cushions of vegetation. Area of investigation was disposed on the plateau of Mt. Aikuayvenchorr (1059–1063 m a. s. l.) and Vudyavrchorr plateau (1023 m a. s. l.). The period with negative values of the average daily temperature of the litter prevailed in the annual cycle (more than 200 days or 58 %). The sum of positive and negative temperatures, the number of days with temperatures below 0, from 0 °C to +5 °C, from + 5 °C to + 10 °C and above + 10 °C in litters was determined. The differences in the annual temperature dynamics in the litters of the alpine belt for two areas of research located on the Aikuayvenchorr and Vudyavrchorr plateaus are shown.

Keywords:

Khibiny Mountains, Arctic Mountain (goltsovy) deserts, litter, temperature, dynamics

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts of Institute of North Industrial Ecology Problems of the Federal Research Centre “Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences” (A18-118021490070-5). This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 20-34-90135).

Введение

Хибины — среднегорный массив, лежащий на 150 км севернее полярного круга. На склонах вершин и плато Хибин, на высотах 850–1100 м над уровнем моря, расположен пояс холодных гольцовых пустынь (ГП) [Аврорин и др., 1936; Куваев, 1985], называемых некоторыми авторами горными арктическими пустынями [Раменская, 1983]. Пояса горных тундр с относительно сомкнутым растительным покровом и каменистых гольцовых пустынь с фрагментарной растительностью в Хибинах превышают площадь хвойных лесов и березовых криволесий [Алексеев и др., 2017; Бузин и др., 2019]. Растительные группировки ГП представлены многовидовыми сообществами-подушками размером от нескольких квадратных дециметров, и даже сантиметров, до нескольких квадратных метров (реже) в сочетании с поверхностями, покрытыми эпилитными корковыми лишайниками [Данилова, Королева, 2020]. В растительном покрове доминирующая роль принадлежит мхам и лишайникам. Обширны слабо задернованные и незадернованные каменистые участки [Иванова, Колосов, 1937].

Гольцовые пустыни считаются ландшафтным аналогом зональных полярных пустынь, расположенных в высокоширотных районах Арктики: на архипелагах Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля [Лесовая и др., 2008]. Поэтому изучение этих сообществ дает возможность познать закономерности формирования и структуры арктических экосистем, а также их динамики в условиях меняющегося климата.

Исследование почв и растительности ГП Хибин, в том числе их современного состояния, проводится сотрудниками Полярно-альпийского сада-института (ПАБСИ) [Аврорин и др., 1936; Лесовая и др., 2008; Данилова, Королева, 2020, Маслов и др., 2021]. Публикации по температуре почвенного покрова ГП Хибин единичны [Штабровская, Зенкова, 2017], а по почвенной фауне — отсутствуют.

Цель нашей работы — исследование температурной динамики в подстилках гольцового пояса Хибин на примере доступной для изучения горы Айкуайвенчорр и последующая оценка влияния этого абиотического фактора на разнообразие и высотное распределение почвенной фауны.

Объекты и методы

Измерения температуры проводили с сентября 2019 г. по сентябрь 2020 г. (всего 374 суток) под основными типами растительности — подушками лишайников и куртинами ожики и злаков на высоте 1059–1063 м над уровнем моря (67°36'29.10" с. ш., 33°46'41.90" в. д.) (рис. 1).



Рис. 1. Исследованные участки под разными типами растительности — подушками лишайников и куртинами злаков и ожики — на плато горы Айкуайвенчорр

Датчики-термохроны серии ТР–2 с многодневным автоматическим режимом работы и предельным диапазоном измерений от -25 до $+40$ °С программировали на измерение температуры каждые два часа и закладывали в подстилку на глубину 5 см. Количество снятых показаний под каждым типом растительности составило 4 488 значений (всего 8 976). Полученные значения сравнивали с температурными данными, зарегистрированными за сходный период с сентября 2017 г. по август 2018 г. (всего 342 суток) под теми же типами растительности в ГП горы Вудъяврчорр (67°38'24.9" с. ш., 33°36'50.2" в. д.) на высоте 1021–1023 м над уровнем моря [Штабровская, Зенкова, 2017]. Математическую обработку показаний проводили в программах Excel и Statistica-7.

Результаты и обсуждение

В ГП горы Айкуайвенчорр, как и на плато Вудъяврчорр, в годовом цикле преобладали дни с отрицательными температурами подстилки: 233 дня (или 62 %) под лишайниками и 242 дня (или 65 %) под куртинами злаков. Период с *положительными температурами* подстилки длился 132 (или 35 %) и 141 день (или 38 %) соответственно с преобладанием дней с *эффективными температурами* (от $+5$ до $+10$ °С). *Среднегодовая температура* подстилки была слабо отрицательной под лишайниками ($-0,70 \pm 0,27$ °С) и слабоположительной под злаками ($0,55 \pm 0,24$ °С) (рис. 2).

Суммы отрицательных температур подстилки в годовом цикле на плато Айкуайвенчорр были значительно выше (> -500 °С), а на плато Вудъяврчорр не выходили за пределы -123 °С. *Суммы положительных температур*, напротив, были выше в подстилках ГП горы Вудъяврчорр ($> +700$ °С) и не достигали $+500$ °С на плато Айкуайвенчорр.

При установлении снегового покрова на плато Айкуайвенчорр с 17 сентября температура подстилок составляла $0 \dots +1,8$ °С. С середины октября подстилки промерзали до $-4 \dots -6$ °С, а в зимний период — до $-4,9$ °С под злаками и до $-9,2$ °С под лишайниками. Дни с *минимальными температурами* приходились на февраль (2–8 февраля 2020 г.), когда температура атмосферного воздуха опускалась до -30 °С, а также отмечались в ноябре (1 ноября 2019 г.) при снижении температуры воздуха лишь до -13 °С (рис. 3). Промерзание подстилки в начале ноября, сходное с таковым в феврале, можно объяснить слабым снежным покровом и, как следствие, большей зависимостью температуры подстилки от температуры атмосферного воздуха.

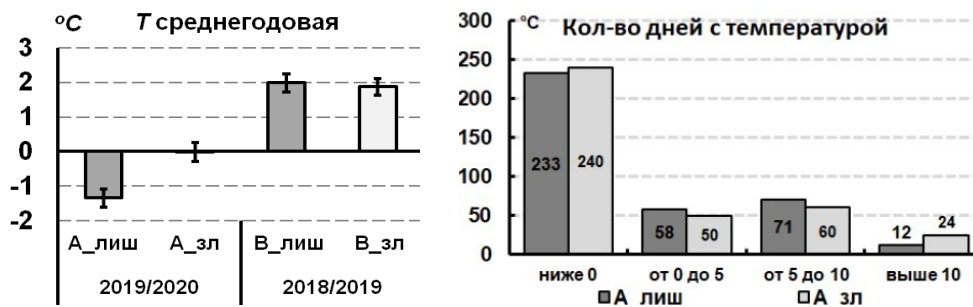


Рис. 2. Среднегодовая температура подстилки под подушками лишайников и куртинами ожики и злаков на плато гор Айкуайвенчорр и Вудъяврчорр (слева) и количество дней с температурами ниже 0, от 0 °C до + 5 °C, от + 5 °C до + 10 °C и выше + 10 °C на плато горы Айкуайвенчорр (справа)

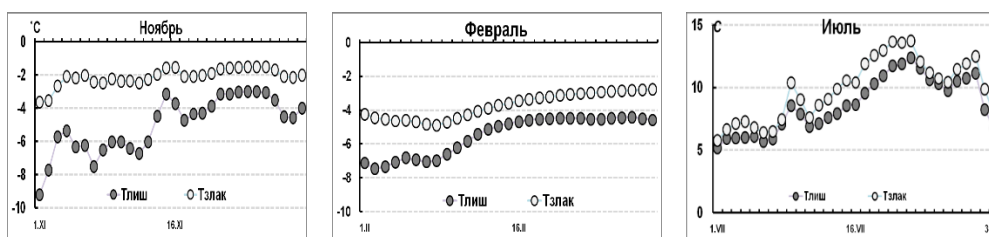


Рис. 3. Динамика температуры в подстилке под злаками и лишайниками на плато Айкуайвенчорр в ноябре 2019 г., феврале и июле 2020 г.

На плато Вудъяврчорр минимальные отрицательные температуры отмечались только в марте — апреле 2018 г., весь осенне-зимний период 2017 / 2018 гг. в подстилках поддерживались околонулевые значения (рис. 4.). Такую разницу для ГП двух гор можно объяснить большей мощностью снегового покрова на плато горы Вудъяврчорр как теплоизолятора, защищающего подстилки и их обитателей от промерзания.

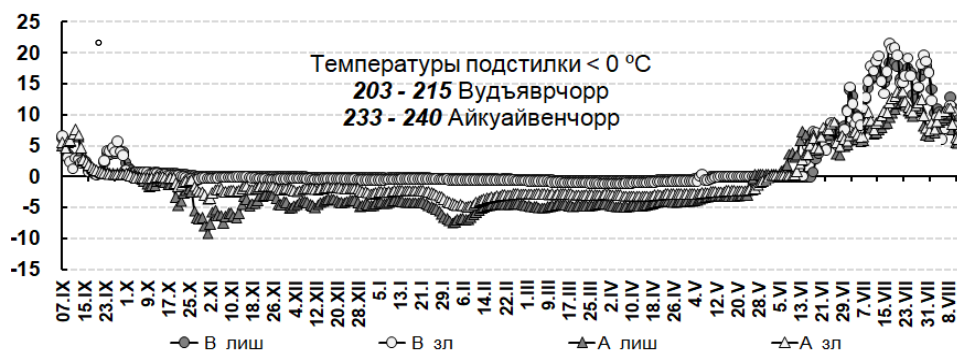


Рис. 4. Годовая динамика температуры в подстилке под злаками и лишайниками на плато гор Айкуайвенчорр и Вудъяврчорр (указаны диапазоны суток с отрицательной температурой подстилки)

Сход снега на плато Айкуайвенчорр отмечался с конца мая (под лишайниками) до первой декады июня (под злаками), т. е. продолжительность его залегания составила семь месяцев. Повышение среднесуточной температуры подстилки через основные пороговые величины (0, + 5 и + 10 °С) отмечалось с запаздыванием на несколько недель по сравнению с ранее исследованными нами горно-тундровыми поясами Хибин на высоте 510 м над уровнем моря [Штабровская, Зенкова, 2019].

Один из основных показателей количества тепла в почве — число дней с *активными температурами* ($\geq + 10$ °С). Количество дней с такой среднесуточной температурой подстилки было большим для плато Вудъяврчорр по сравнению с Айкуайвенчорр (33 ... 35 суток против 12 ... 24 суток).

В куртинах злаков на фоне большей продолжительности периода с отрицательными температурами в годовой динамике (на семь суток) летом число дней с активными $T \geq + 10$ °С было в два раза больше, чем под лишайниками, и *максимальные температуры* (в июле) были выше: + 14 °С против + 12 °С (рис. 3).

До эффективных температур в гольцах раньше прогревалась подстилка под лишайниками (с 27 мая против 2 июня под злаками), где число дней с такими значениями было ниже, а до активных температур, наоборот, под злаками (с 15 июля против 18 июля под лишайниками) (рис. 2). Обратный переход через пороги + 10 и + 5 °С совпадал под разными типами растительности и отмечался с 10 августа и с 27 августа соответственно. В целом на протяжении восьми месяцев, с октября по апрель, и в самом теплом месяце года (июле) среднесуточная температура в подстилке под злаками была достоверно выше (на 0,4–2,9 °С), чем под лишайниками. Следовательно, можно предположить, что на плато Айкуайвенчорр под куртинами злаков и ожики, по сравнению с лишайниками, складываются более благоприятные температурные условия в период активности почвенной биоты (на протяжении вегетационного сезона) и более щадящие в продолжительный зимний сезон, в период диапаузы.

Переход среднесуточной температуры подстилки на плато Вудъяврчорр через порог выше 0 °С был на 17 суток позже, чем на плато Айкуайвенчорр (вероятно, из-за более позднего схода мощного снегового покрова), а до активных температур — на 16–17 дней раньше. Это объясняется достоверно более теплым вегетационным сезоном 2017 / 2018 гг. по сравнению с сезоном 2019 / 2020 гг. ($F \geq 30$ при $p = 0,001$).

Заключение

На примере двух высокогорных плато показано, что для почвенного покрова пояса гольцовых пустынь Хибин характерно преобладание в годовом цикле отрицательных температур (не менее 200 суток), залегание снежного покрова на протяжении семи месяцев (с конца мая — первой декады июня до середины июня) и сохранение достоверно более высокой температуры в куртинах ожики и злаков по сравнению с подушками лишайников на протяжении восьми месяцев (с октября по апрель и в наиболее теплом летнем месяце — июле).

Весенний переход температур через 0 °С в подстилках гольцовых пустынь, как и в горно-тундровом поясе, начинается с первой декады мая, снижение $< + 5$ °С совпадает с осенними сроками для экосистем тундрового пояса Хибин. Для почвенной биоты более благоприятные температурные условия складываются на более заснеженном плато горы Вудъяврчорр.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Аврорин Н. А., Качурин М. Х., Коровкин А. А. Материалы по растительности Хибинских гор // Тр. СОПС АН СССР. Сер. Кольская. Вып. 2. 1936. С. 3–93.

Алексеев Н. А., Королева Н. Е., Волкова А. А. Изучение закономерностей распределения растительного покрова Хибинского горного массива с помощью картографического метода // Transactions Kola Science Centre. Applied Ecology of the North. 2017. Vol. 7. P. 81–89.

Бузин И. С., Макаров М. И., Малышева Т. И. и др. Трансформация соединений азота в почвах горно-тундровых экосистем Хибин // Почвоведение. 2019. № 5. С. 570–577.

Данилова А. Д., Королева Н. Е. Гольцовые пустыни Хибин или «Что вы изучаете — там же ничего нет!» // Вестник КНЦ РАН. 2020. Вып. 1 (12). С. 34–39.

Иванова Е. Н., Колосов Н. А. Почвы Хибинских тундр. М.: АН СССР. 1937. Ч. 2. 76 с.

Куваев В. Б. Холодные гольцовые пустыни в приполярных горах Северного полушария. М.: Наука, 1985. 78 с.

Лесовая С. Н., Горячкин С. В., Погосев Е. Ю. и др. Химико-минералогические свойства, генезис, проблемы классификации почв на плотных породах Северо-Запада России // Почвоведение. 2008. № 4. С. 406–420.

Маслов М. Н., Данилова А. Д., Королева Н. Е. Почвы пояса гольцовых пустынь Хибинских гор // Вестник Московского университета. Сер. Почвоведение. 2021. № 1. С. 31–37.

Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии / ред. Р. Н. Шляков. Л.: Наука, 1983. 216 с.

Штабровская И. М., Зенкова И. В. Исследование температуры горных почв Хибин с использованием автоматических термодатчиков // Использование современных информационных технологий в ботанических исследованиях. Апатиты: Изд-во ФИЦ КНЦ РАН, 2017. С. 134–136.

Штабровская И. М., Зенкова И. В. Анализ годичной динамики температуры горных почв с применением методов описательной статистики в высотном градиенте горы Куэльпорр // Математические исследования в естественных науках. Труды XVI Всеросс. научн. школы. Апатиты: К & М, 2019. С. 155–164.

References

Alekseyenko N. A., Koroleva N. E., Volkova A. A. Study of vegetation distribution patterns in Khibiny Mountains using the cartographic method // Trudy Kol'skogo NTS RAN. Ser. Prikladnaya ekologiya Severa. 2017. Vyp. 7 (41). P. 81–89.

Avrorin N. A., Kachurin M. Kh., Korovkin A. A. Materialy po rastitel'nosti Khibinskikh gor // Tr. SOPS AN SSSR. Ser. Kol'skaya. Vyp. 2. 1936. P. 3–93.

Buzin I. S., Makarov M. I., Malysheva T. I., Kadulin M. S., Maslov M. N., Koroleva N. E. Transformation of nitrogen compounds in soils of mountain tundra ecosystems in the Khibiny // Eurasian Soil Science. 2019. Vol. 52. No 5. P. 518–525.

Danilova A. D., Koroleva N. E. Gol'tsovyye pustyni Khibin ili «Chto vy izuchayete — tam zhe nichego net!» // Vestnik KNTS RAN. 2020. Iss. 1 (12). P. 34–39.

Ivanova E. N., Kolosov N. A. Pochvy Khibinskikh tundr. M.: AN SSSR. 1937. Vol. 2. 76 p.

Kuvayev V. B. Kholodnyye gol'tsovyye pustyni v pripolyarnykh gorakh Severnogo polushariya. M.: Nauka, 1985. 78 p.

Lesovaya S. N., Zavarzin A. A., Goryachkin S. V., Pogozhev E. Yu., Zavarzina A. G., Polekhovskii Yu. S. Soils on hard rocks in the northwest of Russia: chemical and mineralogical properties, genesis, and classification problems // *Eurasian Soil Science*. 2008. No 4. P. 406–420.

Maslov M. N., Danilova A. D., Koroleva N. E. Pochvy poyasa gol'tsovykh pustyn' Khibinskikh gor // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. Pochvovedeniye*. 2021. No 1. P. 31–37.

Ramenskaya M. L. *Analiz flory Murmanskoy oblasti i Karelii* / Ed. R. N. Shlyakov. L.: Nauka, 1983. 216 p.

Shtabrovskaya I. M., Zenkova I. V. Analiz godichnoy dinamiki temperatury gornykh pochv s primeneniym metodov opisatel'noy statistiki v vysotnom gradiyente gory Kuel'porr // *Matematicheskiye issledovaniya v yestestvennykh naukakh. Trudy XVI Vseross. nauchn. shkoly*. Apatity: K & M, 2019. P. 155–164.

Shtabrovskaya I. M., Zenkova I. V. Issledovaniye temperatury gornykh pochv Khibin s ispol'zovaniym avtomaticheskikh termodatchikov // *Ispol'zovaniye sovremennykh informatsionnykh tekhnologiy v botanicheskikh issledovaniyakh*. Apatity: Izd-vo FITS KNTS RAN, 2017. P. 134–136.

Статья поступила в редакцию 05.06.2021; одобрена после рецензирования 15.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 05.06.2021; approved after reviewing 15.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья

УДК 631.48

doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.040

ПОЧВЫ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОСТРОВА ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН

**Галина Михайловна Кашулина, Татьяна Ивановна Литвинова,
Наталья Михайловна Коробейникова**

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
galina.kashulina@gmail.com*

Аннотация

За период с 2004 по 2018 гг. на юго-западном побережье острова Западный Шпицберген были изучены морфолого-генетические особенности почв, принадлежащих к шести типам: серогумусовым грубогумусовым почвам, торфяно-глееземам, глееземам, серогумусовым почвам полигонального комплекса, абраземам серогумусовым и слабо развитым почвам — пелоземам гумусовым. В наиболее изученных серогумусовых грубогумусовых почвах выделено три подтипа – типичные, глееватые и остаточно-карбонатные.

Ключевые слова:

остров Западный Шпицберген, серогумусовые почвы, торфяно-глеезем, глеезем, абразем, пелозем

Original article

SOILS OF SOUTHWEST COAST OF WEST SHPITSBERGEN ISLAND

Galina M. Kashulina, Tatyana I. Litvinova, Natalya M. Korobeynikova

*Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; galina.kashulina@gmail.com*

Abstract

A few soil types were studied at the south-west coast of West Spitsbergen Island during 2004–2018. The article discusses the morphological features and properties of the most common soil types in the surveyed area, including Follic Sceleptic Umbrisols, Sceleptic Umbrisols of the polygonal complexes, Histic Gleysols and Follic Gleysols of tussock bog, and Sceleptic Dystric Regosols.

Keywords:

Follic Sceleptic Umbrisols, Sceleptic Umbrisols, Histic Gleysols, Follic Gleysols, Sceleptic Dystric Regosol, Svalbard

Введение

Уникальное сочетание факторов почвообразования юго-западной части острова Западный Шпицберген (высокое широтное положение, более мягкий и влажный климат, сложный рельеф, большое разнообразие типов горных пород и четвертичных отложений, сомкнутый покров из тундровой растительности) обуславливает формирование здесь специфических почв [Добровольский, 1990]. Представлена подробная морфолого-генетическая характеристика шести типов почв, обследованных в районе Гренфьорда, Конгрессдалена, Грендалена, Колесбухты и Биллефьорда в период с 2004 по 2018 гг. [Переверзев, 2012; Переверзев, Литвинова, 2010, 2012; Литвинова, Кашулина, 2015; Кашулина и др., 2016].

Объекты и методы

На юго-западном побережье острова Западный Шпицберген за период с 2004 по 2018 гг. сотрудниками лаборатории почвоведения Полярно-альпийского сада-института (ПАБСИ) КНЦ РАН было заложено и обследовано более сорока почвенных разрезов. В полевых условиях было сделано подробное морфологическое описание каждого разреза и отобраны образцы основных генетических горизонтов. Подготовку проб и химический анализ образцов выполняли в лаборатории почвоведения ПАБСИ. Во всех образцах анализировали фракцию < 1 мм. Валовой химический состав почв определяли традиционными методами после сплавления прокаленной навески смесью соды и буры [Аринушкина, 1970]. Определение физико-химических свойств включало следующие параметры: рН водной и солевой вытяжки потенциометрическим методом, гидролитическую кислотность (ГК) по Каппену [Агрохимические..., 1975], обменные Са и Mg комплексометрическим методом с Трилоном Б после их полного вытеснения 1 М раствором ацетата аммония с рН = 7,0. На основе этих величин рассчитывали емкость катионного обмена (ЕКО), степень насыщенности почвенно-поглощающего комплекса (ППК) основаниями. В большинстве отобранных образцов почв было определено общее содержание $C_{орг}$ по Тюрину, $N_{орг}$ по Кьельдалю, групповой и фракционный состав органического вещества по методу Тюрина в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [Агрохимические..., 1975]. В образцах из минеральных горизонтов был определен гранулометрический состав пипеточным методом по Н. А. Качинскому [Агрохимические..., 1975]. При диагностировании типа почв ориентировались на классификацию почв России 2004 г. [Классификация..., 2004].

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что наиболее распространёнными на обследованной территории являются *серогумусовые грубогумусовые почвы*. Они формируются на породах разного гранулометрического спектра (от рыхлого песка до среднего суглинка и легкой глины, обычно с большим содержанием гравия и камней) и разного химического состава, под сплошной или фрагментарной мохово-ивковой растительностью. Почвы подтипа *типичных серогумусовых грубогумусовых* с набором горизонтов O(AO)–AY_{ao}–AY_{ao}C–C формируются на более легких рыхлых отложениях в условиях свободного поверхностного и внутрипочвенного дренажа. Почвы подтипа *глееватых серогумусовых грубогумусовых* с набором горизонтов O(AO)–AY_{ao}, g–AY_{ao}Cg–Cg формируются на наиболее тяжелых (тяжелый суглинок, легкая глина) по гранулометрическому составу отложениях с затрудненным внутрипочвенным дренажем. Почвы подтипа *остаточно-карбонатных серогумусовых грубогумусовых* образуются на породах с присутствием карбонатов. Переходные горизонты этого подтипа характеризуются вскипанием от HCl и диагностируются как AY_{ao}C_{ca}.

На поверхности серогумусовых грубогумусовых почв из растительных остатков формируется подстильно-торфяной горизонт O мощностью от 1 до 5 см. Минеральная часть профиля, как правило, слабо дифференцирована. В верхнем минеральном диагностическом горизонте мощностью 5–12 см сосредоточена основная масса корней растений, он имеет комковато-зернистую структуру. Присутствие кустарничков в составе корневого опада обуславливает накопление более грубого гумуса, горизонт диагностирован как серогумусовый

грубогумусный АУао. Для горизонта АУао свойственно относительно высокое для таких широт содержание $C_{орг.}$ — от 1,5 до 13,5 %, в среднем $5,0 \pm 2,6$ %. Далее следует переходный горизонт АУаоС, в меньшей степени обогащенный органикой и с меньшим количеством корней. С глубиной содержание органического вещества постепенно уменьшается, но ощутимые концентрации $C_{орг.}$ наблюдаются до дна почвенных разрезов. На глубине 30–50 см концентрация $C_{орг.}$ составляет $1,4 \pm 0,47$ %.

Свойства серогумусовых грубогумусовых почв достаточно хорошо изучены [Переверзев, 2012; Переверзев, Литвинова, 2010, 2012; Литвинова, Кашулина, 2015; Кашулина и др., 2016]. Реакции среды во всех основных горизонтах типичного и глееватого подтипов является кислой. ЕКО в органогенном горизонте О достигает 100 мг-экв / 100 г почв (в среднем $72,4 \pm 13,7$ мг-экв / 100 г). ППК этого горизонта в среднем на $56,5 \pm 6$ % насыщен основаниями. ЕКО горизонта АУао в среднем составляет $19,0 \pm 11,4$ мг-экв / 100 г почвы. Доля основных катионов в ППК варьирует от 44 до 81 %, в среднем — 62 %. В почвах остаточнокarbonатного подтипа реакция среды минеральной части профиля является нейтральной, а доля обменных катионов в ППК превышает 90 %.

В пониженных элементах рельефа, в условиях избыточного увлажнения на кочковатых болотах, около устья реки Грендален, под ивково-моховой растительностью на тяжелых суглинках формируются два типа почв: почва кочки представлена *торфяно-глееземом* с системой горизонтов Т–Th, g–CG, ровные пространства между кочками — *карликовым глееземом* с профилем О–CG.

В *торфяно-глееземе* торфяной горизонт Т состоит из остатков мхов, которые до глубины 20 см сохраняют целостность и свои морфологические признаки, и только на границе с минеральным горизонтом торф приобретает характер перегоя (горизонт Th, g). Тяжелосуглинистый горизонт CG под кочкой приподнят над поверхностью на 2–3 см за счет морозного вспучивания. Торфяной горизонт характеризуются слабокислой реакцией среды (pH_{H_2O} 5,5–5,8), относительно высокой ЕКО (от 54 до 97 мг-экв / 100 г почвы) и высокой степенью насыщенности ППК основаниями (от 55 до 77 %). Из-за различий в степени разложения и содержании минеральной примеси содержание $C_{орг.}$ в торфяной части профиля варьирует от 14,5 до 36,6 %. Состав гумуса всех горизонтов характеризуется как гуматно-фульватный ($C_{гк} : C_{фк} = 0,6–0,9$).

Профиль *глеезема карликового* состоит из темно-коричневого подстильно-торфяного горизонта О мощностью 2 см, который подстилается слабо оглеенным среднесуглинистым горизонтом CG. Грунтовые воды залегают на глубине 5,5 см. Весь профиль глеезема характеризуется слабокислой реакцией среды (pH_{H_2O} 5,3–5,7). ЕКО горизонта О составляет около 100 мг-экв / 100 г почвы. В ППК доля основных катионов достигает 63 %. Содержание $C_{орг.}$ в горизонте О — около 20 %. Состав гумуса в верхней части горизонта О является фульватным ($C_{гк} : C_{фк} = 0,3–0,4$), в нижней — гуматным ($C_{гк} : C_{фк} = 2$).

Серогумусовую почву полигональных комплексов представляет разрезтраншея № 8–13. Он был заложен на полигональном комплексе полого склона северной экспозиции в верхней части хребта Гренфьорд. Полигоны представлены оголенным грунтом элюво-делювия песчаников и алевролитов с интенсивно эродирующей поверхностью. Растительность — ожика (*Luzula confusa*) со мхами и лишайниками — присутствует только по периметру полигонов. Серогумусовая почва с профилем АУ–АУС–С формируется под куртиной ожики. Горизонт АУ

мощностью 7 см характеризуется большим содержанием корней ожики и зернисто-комковатой структурой. Для горизонта АУ характерно лишь небольшое (до 1,8 %) повышение содержания $C_{орг.}$ по сравнению с почвообразующим материалом. Реакция среды всего профиля кислая (pH_{H_2O} от 4,8 до 5,4). ЕКО не превышает 14 мг-экв / 100 г, доля основных катионов в ППК варьирует от 40 до 90 %. Состав гумуса имеет четкий гуматный характер: $C_{кг} : C_{фк} > 2$.

Разрез-траншея № 10–14, заложенный у подножия горного хребта Гренфьорд, вскрывает два других типа почв: абразем серогумусовый и слабообразованную почву — пелозем гумусовый.

Абразем серогумусовый образуется из серогумусовой грубогумусовой почвы в результате утраты верхнего подстилично-торфяного горизонта О: выталкиваемый льдом крупный камень поднимает поверхность, и подстилка под действием силы тяжести и осадков сползает по краям образовавшегося бугорка. В оставшемся на поверхности серогумусовом горизонте АУао еще сохраняется комковатая структура, немного корней растений и часть органического вещества ($C_{орг.} = 1,5–2\%$). Почва характеризуется слабокислой реакцией среды (pH_{H_2O} 5,2–5,7), ЕКО не превышает 14 мг-экв / 100 г, ППК на 80 % представлен основными катионами.

Слаборазвитая почва каменных воронок — *пелозем гумусовый* — состоит из гумусового слабообразованного горизонта W и тяжелосуглинистого горизонта $S^=$. Она формируется на участках с недавно поселившимися мхами и лишайниками, под которыми образуется слабообразованный гумусовый горизонт W. Содержание $C_{орг.}$ в верхнем слое 1 см достигает 4,2, в слое 1–4 см — 1,3 %. Почва характеризуется слабокислой реакцией среды (pH_{H_2O} 5,0–5,6), невысокой ЕКО (около 12 мг-экв / 100 г) и высокой степенью насыщенности ППК основаниями (около 80 %).

Заключение

Морфолого-генетические исследования 2004–2018 гг. выявили достаточно большое разнообразие типов почв на юго-западном побережье острова Западный Шпицберген. Преобладающим типом являются серогумусовые грубогумусовые почвы. От центрального образа серогумусовых почв [Классификация..., 2004] они отличаются наличием в профиле подстилично-торфяного горизонта О и присутствием грубогумусового материала в диагностическом серогумусовом горизонте. От серогумусовых почв ближайшего арктического архипелага Земля Франца-Иосифа серогумусовые почвы на Шпицбергене отличаются большей мощностью профиля из-за более глубокого залегания вечной мерзлоты. В соответствии с широтой места торфяно-глееземы и глееземы увлажненных местообитаний характеризуются небольшой мощностью органогенного горизонта и слабой степенью разложения растительных остатков. Влияние на почвы морозных процессов были изучены на примере серогумусовых почв по трещинам полигонального комплекса, абраземов серогумусовых на месте морозного выталкивания крупных камней и пелозема гумусового в центре каменной воронки. Из-за большого разнообразия природных условий расширение географии исследований может значительно увеличить разнообразие почв Шпицбергена.

Список источников

- Агрохимические* методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с.

Добровольский В. В. Геохимия почв Шпицбергена // Почвоведение. 1990. № 2. С. 5–20.

Кашулина Г. М., Литвинова Т. И., Баскова Л. А. Морфологические особенности почв побережий фьордов острова Западный Шпицберген // Морфология почв: от макро- до субмикроразнообразия. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2016. С. 239–242.

Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 343 с.

Литвинова Т. И., Кашулина Г. М. Органическое вещество почв побережий фьордов острова Западный Шпицберген. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2015. 123 с.

Переверзев В. Н. Почвы на морских и моренных отложениях побережья Биллефьорда (остров Западный Шпицберген) // Почвоведение. 2012. № 11. С. 1160–1170.

Переверзев В. Н., Литвинова Т. И. Почвы морских террас и коренных склонов на побережьях фьордов острова Западный Шпицберген // Почвоведение. 2010. № 3. С. 259–269.

Переверзев В. Н., Литвинова Т. И. Почвы на аллювиальных и пролювиальных отложениях в долине реки Грёндальсэлта (остров Западный Шпицберген) // Почвоведение. 2012. № 5. С. 547–554.

References

Agrokhimicheskiye metody issledovaniya pochv. М.: Nauka, 1975. 656 p.

Arinushkina E. V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. М.: MGU, 1970. 487 p.

Dobrovolskiy V. V. Geokhimiya pochv Shpitsbergena // Eurasian Soil Science. 1990. No 2. P. 5–20.

Kashulina G. M., Litvinova T. I., Baskova L. A. Morfologicheskiye osobennosti pochv poberezhnykh f'ordov ostrova Zapadnyy Shpitsbergen // Morfologiya pochv: ot makro- do submikrourovnya. М.: Pochvennyy in-t im. V. V. Dokuchayeva, 2016. P. 239–242.

Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. Smolensk: Oykumena, 2004. 343 p.

Litvinova T. I., Kashulina G. M. Organicheskoye veshchestvo pochv poberezhnykh f'ordov ostrova Zapadnyy Shpitsbergen. Apatity: Izd-vo KNTS RAN, 2015. 123 p.

Pereverzev V. N. Soils developed from marine and moraine deposits on the Billefjord coast, West Spitsbergen // Eurasian Soil Science. 2012. No 11. P. 1160–1170.

Pereverzev V. N., Litvinova T. I. Soils developed from alluvial and proluvial deposits in the Gøndalselva river valley in West Spitsbergen // Eurasian Soil Science. 2012. No 5. P. 547–554.

Pereverzev V. N., Litvinova T. I. Soils of sea terraces and bedrock slopes of fiords in Western Spitsbergen // Eurasian Soil Science. 2010. No 3. P. 259–269.

Статья поступила в редакцию 11.05.2021; одобрена после рецензирования 03.08.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 11.05.2021; approved after reviewing 03.08.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 631.4
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.041

СКОРОСТЬ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В СЕРОГУМУСОВЫХ ПОЧВАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОСТРОВА ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН

Наталья Сергеевна Иванова, Галина Михайловна Кашулина, Татьяна Ивановна Литвинова

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
ivanna.semyr@gmail.com*

Аннотация

Эксперименты по разложению овса (*Avena sativa*), листьев ивki полярной (*Salix polaris*) и целлюлозы в почвах проводились на склонах горного хребта Гренфьорд в окрестностях посёлка Баренцбург в период с 2012–2019 г. Данные показали, что, несмотря на высокое широтное положение, разложение растительных остатков в серогумусовых почвах острова Западный Шпицберген происходит довольно интенсивно: за три года экспозиции в почве растения овса теряют 58–66 % своего исходного веса, листья ивki — 47–57 %. Квадратики целлюлозы в зависимости от высоты места за три года теряют от 2 до 55 %.

Ключевые слова:

серогумусовые почвы, Шпицберген, растительные остатки, скорость разложения

Original article

RATE OF TRANSFORMATION PLANTS RESIDUES IN THE UMBRISOL OF THE SOUTHWESTERN COAST OF SVALBARD

Natalya S. Ivanova, Galina M. Kashulina, Tatyana I. Litvinova

*Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; ivanna.semyr@gmail.com*

Abstract

The current study shows that decomposition of plant residues in the Umbrisol of Spitsbergen proceeds quite intensively despite the high latitudinal position. The rate of decomposition depends on the type of plant. The dependence of the decomposition intensity on the altitude is less clear.

Keywords:

umbrisols, Svalbard, plant residues, decomposition rate

Введение

Благодаря тёплому течению Гольфстрим юго-западное побережье острова Западный Шпицберген характеризуется более тёплым и влажным климатом по сравнению с более восточными регионами на той же широте. На участках под сплошным тундровым растительным покровом формируются хорошо развитые, высоко гумусированные арктические серогумусовые почвы [Переверзев, 2012]. Одной из гипотез, объясняющих высокое содержание органического вещества в арктических почвах, является заторможенность процессов разложения растительных остатков из-за низких температур [Василевская, 1980].

Иванова Н. С., Кашулина Г. М., Литвинова Т. И., 2021

Оценка суммарной биологической активности по интенсивности эмиссии CO₂ [Кашулина и др., 2018] показала, что она в серогумусовых почвах юго-западного побережья острова Западный Шпицберген в 2–3 раза ниже по сравнению с тундрой европейской части России [Кудеяров, Курганова, 2005]. В данном докладе будут представлены данные непосредственного изучения интенсивности процессов трансформации нескольких видов растений в серогумусовых почвах.

Материалы и методы

Интенсивность разложения изучалась сотрудниками лаборатории почвоведения Полярно-альпийского ботанического сада-института имени Н. А. Авронина Кольского научного центра Российской академии наук (ПАБСИ КНЦ РАН) в период с 2012 по 2019 гг. В качестве материала для эксперимента использовали растения овса (*Avena sativa*), листья ивki полярной (*Salix polaris*), мхи с преобладанием санионии (*Sanionia uncinata*) и тест-материал — целлюлозу. Воздушно-сухие растения в капроновых мешочках помещали в нижнюю часть верхнего органогенного горизонта О почв на площадках, расположенных на различной высоте горного хребта Гренфьорд в окрестностях поселка Баренцбург. Номера площадок соответствуют высоте над уровнем моря. Мешочки с остатками растений извлекали через 1, 2 и 3 года экспозиции в почве. Скорость разложения оценивали по потере веса в образце в 3–4-кратной повторности.

Результаты и обсуждение

Как показали наблюдения, одной из характерных особенностей процесса разложения является значительное обогащение растительных остатков минеральными частицами за счёт пыли с оголённых поверхностей и склоновых потоков. Наличие минеральной примеси визуальнo фиксировалось во всех образцах, поэтому потери органического вещества рассчитывались по беззольной навеске (рис. 1).

За первый год экспозиции образцов овса потеря органического вещества составила 42–51 %. После трех лет экспозиции в почве потери органического вещества овсом достигли 58–65 %. Эти значения оказались сопоставимы с потерями овса в окультуренных подзолах северо-таежной зоны Кольского полуострова [Переверзев, 1987].

Потери органического вещества листьев ивki полярной были несколько ниже: за первый год экспозиции в почве они составили 37–48 %, к концу третьего года достигли 47–57 %. Такие же величины потери органического вещества (39 и 50 % за первый и третий годы экспозиции в почве соответственно) были получены при изучении скорости разложения близких по химическому составу листьев березы в подстилке подзола ельника зеленомошно-кустарничкового на Кольском полуострове [Ушакова, 1983]. То есть, в отличие от интенсивности эмиссии CO₂ почвами, скорость разложения растительных остатков в серогумусовых почвах на Шпицбергене оказались сопоставима с почвами севера европейской части России. Это означает, что заторможенность процессов трансформации растительных остатков не может быть причиной высокого содержания органического вещества в серогумусовых почвах на Шпицбергене.

Сравнение скорости разложения листьев ивki и мхов в однолетнем эксперименте показали, что мхи разлагаются значительно медленнее по сравнению с листьями ивki: за первый год экспозиции в почве потеря органического вещества во мхах была в 2,5 раза ниже по сравнению с листьями ивki.

Целлюлоза является труднодоступным для разложения материалом. Поэтому потеря органического вещества целлюлозы по мере экспозиции в почве была значительно ниже по сравнению с растениями на большинстве площадок (рис. 1). Отличительной особенностью разложения целлюлозы также является значительное варьирование между площадками.

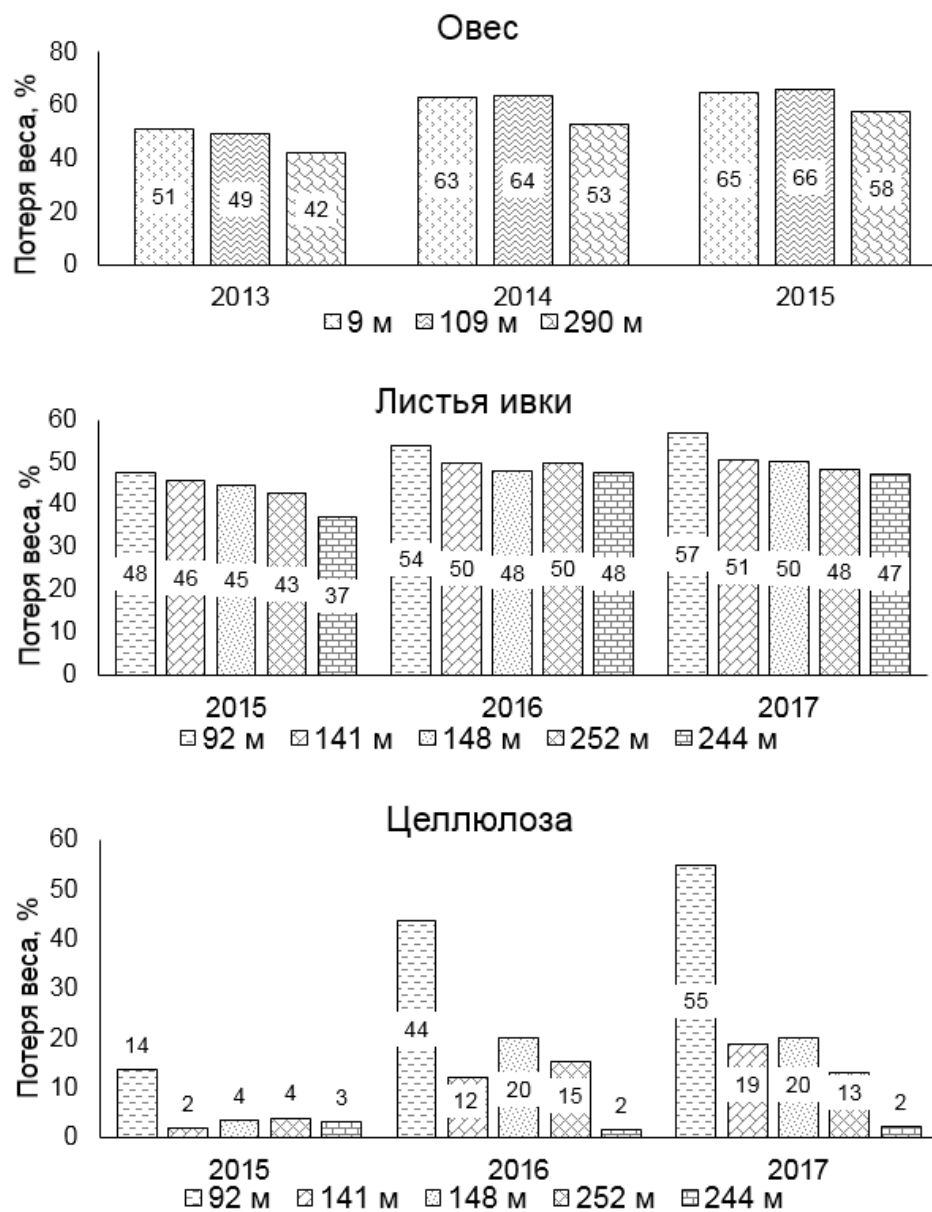


Рис. 1. Потеря органического вещества растениями овса, листьями ивки и квадратиками целлюлозы при экспозиции в почве от одного года до трех лет, % от исходного содержания

Влияние абсолютной отметки слабо сказалось на различиях по скорости разложения растений. Влияние высоты места на скорость разложения целлюлозы оказалось более значительным. Однако площадки различались не только по абсолютной отметке, но и, как показал отбор проб почв при извлечении пакетов, по условиям увлажнения. Наиболее сухими оказались почвы на площадках, расположенных на большей высоте, — площадках 253 и 244. Различия по влажности почв могли также оказать влияние на распределение интенсивности разложения органического вещества между площадками.

Заключение

Таким образом, исследования показали, что, несмотря на высокое широтное положение, разложение растительных остатков в серогумусовых почвах юго-западного побережья острова Западный Шпицберген протекает довольно интенсивно. Скорость разложения растений на Шпицбергене оказалась сравнимой с Кольским полуостровом, расположенным на 10 ° южнее. Вид растений или материала оказывает значительное влияние на скорость их разложения в почве. Зависимость интенсивности разложения растений от абсолютной отметки места является менее чёткой. На распределение интенсивности разложения между площадками могут оказать влияние и другие факторы, например условия увлажнения.

Список источников

Васильевская В. Д. Почвообразование в тундрах Средней Сибири. М.: Наука, 1980. 235 с.

Кашулина Г. М., Литвинова Т. И., Сидорова О. Р. Влияние ландшафтного положения на эмиссию CO₂ почвами в окрестностях пос. Баренцбург, Шпицберген // Вестник Кольского научного центра РАН. 2018. № 3 (10). С. 199–204. DOI:10.25702/KSC.2307-5228.2018.10.3.199-204

Кудеяров В. Н., Курганова И. Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1112–1121.

Переверзев В. Н. Биохимия гумуса и азота почв Кольского полуострова. Л.: Наука, 1987. 303 с.

Переверзев В. Н. Почвы побережий фьордов острова Западный Шпицберген. Апатиты: КНЦ РАН, 2012. 122 с.

Ушакова Г. И. Скорость высвобождения химических элементов из опада и подстилки в двух типах еловых лесов Кольского полуострова // Почвоведение и агрохимия в Мурманской области. Апатиты: изд. Кольского филиала АН СССР, 1983. С. 16–27.

References

Kashulina G. M., Litvinova T. I., Sidorova O. R. Summer CO₂ Emission by Soil at Five Localities near Barentsburg, Svalbard // Herald of the Kola Science Centre of RAS, 2018. No 3 (10). P. 199–204. DOI: 10.25702/KSC.2307-5228.2018.10.3.199-204

Kudeyarov V. N., Kurganova I. N. Respiration of soils in Russia: database analysis, long-term monitoring, general assessments // Eurasian Soil Science. 2005. No. 9. P. 1112–1121.

Pereverzev V. N. Biochemistry of humus and nitrogen in soils of the Kola Peninsula. L.: Nauka, 1987. 303 p.

Pereverzev V. N. Pochvy poberezhnyy fordov ostrova Zapadnyy Shpitsbergen. Apatity: Izd-vo KNTS RAN, 2012. 122 p.

Ushakova G. I. The rate of release of chemical elements from litter and litter in two types of spruce forests on the Kola Peninsula // Soil Science and Agrochemistry in the Murmansk Region. Apatity: ed. Kola branch of the USSR Academy of Sciences, 1983. P. 16–27.

Vasilievskaya V. D. Soil formation in the tundra of Central Siberia. Moscow: Nauka, 1980. 235 p.

Статья поступила в редакцию 11.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 11.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 631.43
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.042

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ПРОФИЛЮ СЕРОГУМУСОВОЙ ПОЧВЫ, ОСТРОВ ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН

Татьяна Ивановна Литвинова, Галина Михайловна Кашулина
*Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
lita_0409@mail.ru*

Аннотация

Для воздуха и профиля серогумусовых почв в юго-западной части острова Западный Шпицберген характерны отрицательные среднегодовые температуры. Продолжительность периода с положительными температурами на глубине диагностического серогумусового горизонта АУ (глубина 8–10 см) составляет 128 дней, сумма положительных температур — около 500 °С. Распределение среднемесячных температур во всех горизонтах в профиле 0–60 см в годовом цикле достоверно коррелирует с температурой воздуха.

Ключевые слова:

температурный режим, серогумусовые почвы, Шпицберген

Original article

TEMPERATURE REGIME OF UMBRISOLS, WESTERN SPITZBERGEN

Tatyana I. Litvinova, Galina M. Kashulina
*Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; lita_0409@mail.ru*

Abstract

The air and profile of Umbrisols in the south-western part of Svalbard are characterized by negative average annual temperatures. The duration of the period with positive temperatures at the depth of the umbric horizon (8–10 cm) is 128 days; the sum of positive temperatures is about 500 °C. The distribution of average monthly temperatures in all horizons in the profile of 0–60 cm in the annual cycle reliably correlates with air temperature.

Keywords:

temperature regime, Umbrisols, Svalbard

Введение

Шпицберген — арктический архипелаг, который на западе омывается водами теплого течения Гольфстрим и характеризуется относительно более теплым и влажным климатом [Добровольский, 1990; Горячкин, 2010]. Глубина летнего оттаивания грунта в среднем составляет здесь 98–190 см [Осокин, Сосновский, 2008]. Под сомкнутым мохово-кустарничковым покровом на юго-западном побережье острова Западный Шпицберген формируются арктические горные серогумусовые почвы, которые имеют следующий набор горизонтов: O(AO)–AY_{ao}–AY_{ao}C. Их характерной особенностью является высокая и глубокая гумусированность профиля [Переверзев, 2012].

Одной из гипотез, объясняющих высокое содержание органического вещества в арктических почвах, является заторможенность процессов трансформации растительных остатков вследствие низких температур [Васильевская, 1980]. В данном сообщении представлены результаты наблюдений за температурным режимом в профиле серогумусовой грубогумусовой почвы в районе поселка Баренцбург.

Материалы и методика исследований

Площадка расположена на солифлюкционном склоне горного хребта Гренфьорд (78°03'30" с. ш., 14°13'23" в. д.), в 50 м от метеоплощадки гидрометеорологической обсерватории «Баренцбург», на высоте 92 м над уровнем моря. Почвенный профиль заложен под сплошным покровом из мха и ивки полярной. Температурные регистраторы марки ТР-2 были установлены в середине подстильно-торфяного горизонта О (глубина 2 см), в середине дернового горизонта АУао (глубина 8–10 см), в переходном горизонте АУаоС на глубине 20, 40 и 60 см. Регистраторы фиксировали температуру шесть раз за сутки с интервалом четыре часа в период с 14 июля 2018 г. по 28 августа 2019 г. Температуру воздуха на высоте 2 м за этот период представляют данные гидрометеорологической обсерватории «Баренцбург». Согласно данным метеостанции, снежный покров в 2018 г. установился 26 сентября, максимальной высоты — 158 см — достиг 19 марта 2019 г. и растаял окончательно 17 июня 2019 г. По данным Р. А. Чернова [персональное сообщение], 27 июля 2017 г. вечная мерзлота на этой стационарной площадке находилась на глубине около 140 см.

Результаты и обсуждение

Как показали результаты, средняя температура за период с 28 июля 2018 г. по 28 июля 2019 г. во всех горизонтах и на всех глубинах почв и в воздухе имела близкие значения (табл. 1): варьировала от 2,4 (воздух и глубина 20 см) до 2,8 °С (глубина 2 см). Максимальная среднесуточная температура горизонта О (на глубине 2 см) была равна 8,0 °С (на 3,8 °С ниже по сравнению с воздухом) и постепенно снижалась по профилю почвы. На глубине 60 см максимальная среднесуточная температура составила 4,1 °С, т. е. градиент по максимальным среднесуточным температурам в пределах 60 см составил около 4 °С. Минимальная среднесуточная температура в горизонте О была, наоборот, на 3,3 °С выше, чем в воздухе. Минимальная среднесуточная температура, в отличие от максимальной, с глубиной увеличивалась. Градиент по минимальным среднесуточным температурам в профиле составил 5,5 °С.

Диапазон температуры воздуха был относительно небольшим и составил 37,4 °С. В почве температура варьировала в меньшей степени по сравнению с воздухом, при этом амплитуда постепенно снижалась с глубиной: на глубине 60 см она была на 10 °С ниже по сравнению с горизонтом О. Горизонт О был сопоставим с воздухом по сумме отрицательных температур, но по сумме положительных температур намного уступал воздуху. В профиле почв сумма отрицательных температур снижалась с глубиной. Максимальная сумма положительных температур (+ 507 °С) была отмечена не в органогенном горизонте О, а в верхнем минеральном горизонте АУао, где сосредоточена основная масса корней. Наблюдения 2016 / 2017 гг. показали более высокую сумму положительных температур (+ 517 °С) в горизонте О на этой площадке по сравнению с 2018 / 2019 гг. (+ 469 °С) [Кашулина и др., 2019].

Таблица 1

Основные температурные показатели профиля серогумусовой почвы и воздуха на высоте 2 м за 2018 / 2019 гг.

Температурный показатель, °С	Почвенный горизонт					
	О	АУ	АУаоС			Вз*
	2 см	8–10 см	20 см	40 см	60 см	2 м
Средняя	– 2,8	– 2,6	– 2,4	– 2,6	– 2,5	– 2,4
Максимальная среднесуточная	8,0	7,3	6,5	5,6	4,1	11,8
Минимальная среднесуточная	– 19,3	– 18,5	– 16,6	– 14,9	– 13,8	– 22,6
Абсолютный максимум	9,1	8,1	7,0	6,6	5,6	14,4
Абсолютный минимум	– 20,5	– 19,0	– 17,0	– 15,0	– 14,0	– 23,0
Диапазон варьирования	29,6	27,1	24,0	21,6	19,6	37,4
Сумма среднесуточных < 0 °С	– 1512	– 1419	– 1306	– 1286	– 1204	– 1536
Сумма среднесуточных > 0 °С	469	507	469	388	304	754
Сумма среднесуточных > +5 °С	237	183	95	21	0	585
<i>Даты</i>						
Переход через 0 °С осенью	28.09.18	04.10.18	10.10.18	11.10.18	29.10.18	15.09.18
Переход через 0 °С весной	01.06.19	29.05.19	30.05.19	02.06.19	05.06.19	17.05.19
<i>Количество дней</i>						
Со среднесуточной температурой > +5 °С	38	30	16	4	0	83

* Температура воздуха по данным метеостанции «Баренцбург» [www.rp5.ru].

Сравнение с данными по Кольскому полуострову (67°34' с. д., 33°23' в. д.) [Семко, 1982] свидетельствует о значительно более низкой сумме положительных температур в серогумусовой почве Шпицбергена: на глубине 20 см она составила + 470 °С, в подзоле на Кольском полуострове в период с 1971 по 1979 гг. — варьировала от + 750 до + 1230 °С.

Наиболее высокая сумма среднесуточных температур > +5 °С в почвенном профиле была отмечена в горизонте О (+ 237 °С), и по этому показателю он уступал воздуху почти в два раза. На глубине 60 см этот показатель снизился до 0 °С. Наибольшее количество дней со среднесуточной температурой > +5 °С (38 дней) в почвенном профиле было приурочено к горизонту О, и с глубиной оно резко снижалось.

Осенью в почве переход через 0 °С наступил значительно позже по сравнению с воздухом. С глубиной отставание относительно воздуха резко увеличивалось и на 60 см запаздывало почти на полтора месяца. Весенний

переход через 0 °С в почве также наступил позднее, чем в воздухе. Однако это отставание было значительно меньше осеннего, и в пределах верхних 40 см почвенного профиля различия между слоями в датах перехода через 0 °С были незначительны (табл. 1). По данным метеостанции, на 1 июня 2019 г., когда среднесуточная температура в горизонте О поднялась выше 0 °С, мощность снега еще составляла около 100 см. Протаивание верхних слоев почвы под снегом было обнаружено ранее сотрудниками Института географии РАН в нескольких километрах от нашей площадки [Шмакин и др., 2013].

В годовом цикле распределение среднесесячных температур почв достоверно (вероятность 99 %) коррелировало с температурой воздуха: $r = 0,99$ в горизонте О и $r = 0,94$ на глубине 60 см. Положительные среднесесячные температуры воздуха и почвы держались четыре месяца в году — с июня по сентябрь (рис. 1). Максимальная среднесесячная температура и воздуха, и горизонтов О и АУао почв пришлось на теплый июль 2019 г., минимальная — на март 2019 года. Различия среднесесячных температур между воздухом и разными глубинами почв зависели от сезона. В летние месяцы (июнь — август) среднесесячная температура воздуха была на 0,5–1,9 °С выше по сравнению с почвой, в сентябре 2018 г. — сравнялась с температурой почвы на глубине 2 и 60 см. Последующие три месяца (октябрь — декабрь) температура воздуха была существенно ниже по сравнению со всеми слоями почвы. В самый холодный период (январь — март) среднесесячная температура воздуха держалась на одном уровне с почвой на глубине 20 см. При этом температура в горизонтах О и АУ почв была ниже, чем в воздухе. При весеннем росте в апреле температура воздуха была выше, чем в почве. При дальнейшем повышении в мае температура почвы на всех глубинах была выше, чем в воздухе.

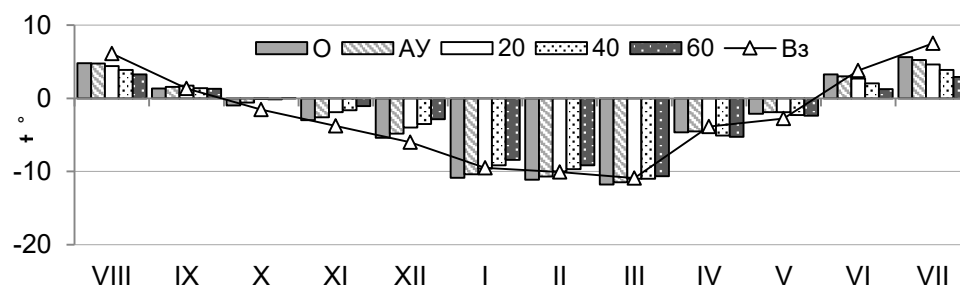


Рис. 1. Среднемесячные температуры почвенного профиля и воздуха на высоте 2 м в серогумусовой почве Шпицбергена в период с 1 августа 2018 г. по 28 июля 2019 г.

Из-за отставания осеннего промерзания и весеннего прогревания почвы с глубиной различия между горизонтами и глубинами по среднесесячным температурам, как и направленность градиента, зависели от сезона. В летние месяцы температура почвы постепенно снижалась с глубиной, а разница между горизонтом О и на глубине 60 см достигла 2,7 °С. В сентябре при снижении температуры воздуха градиент температуры в профиле почвы стал ниже (всего 0,3 °С) и ее максимум пришелся на среднюю часть профиля. В самые холодные месяцы температура в почве, наоборот, повышалась с глубиной, а градиент в декабре составил 2,6 °С. В апреле — мае верхние горизонты начали прогреваться быстрее, градиент снизился до 0,3 °С в мае, и минимальная среднесесячная температура сместилась в нижнюю часть профиля.

Заключение

Исследования показали, что процесс формирования серогумусовых почв в юго-западной части острова Западный Шпицберген протекает при более низких температурах и большей продолжительности периода с отрицательными температурами по сравнению с подзолами на Кольском полуострове [Семко, 1982]. Для воздуха и серогумусовых почв характерны отрицательные средние за год температуры. Продолжительность периода с положительными температурами на глубине диагностического серогумусового горизонта АУ составляет 128 дней, сумма положительных температур — около + 500 °С. Распределение среднемесячных температур почвы на всех глубинах в годовом цикле достоверно коррелирует с температурой воздуха.

Список источников

Васильевская В. Д. Почвообразование в тундрах Средней Сибири. М.: Наука, 1980. 235 с.

Горячкин С. В. Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция). М.: ГЕОС, 2010. 414 с.

Добровольский В. В. Геохимия почв Шпицбергена // Почвоведение. 1990. № 2. С. 5–20.

Кашулина Г. М., Литвинова Т. И., Коробейникова Н. М. Влияние ландшафтного положения на температурный режим верхнего органогенного горизонта грубогумусных серогумусовых почв Шпицбергена // Фундаментальные концепции физики почв: развитие, современные приложения и перспективы. М.: «КДУ»; «Добросвет», 2019. С. 735–738.

Осокин Н. И., Сосновский А. В. Влияние климатических изменений на термический режим многолетнемерзлых пород на архипелаге Шпицберген // Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики. 2008. № 8. С. 280–284.

Переверзев В. Н. Почвы побережий фьордов острова Западный Шпицберген. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2012. 122 с.

Семко А. П. Гидротермический режим почв лесной зоны Кольского полуострова. Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1982. 142 с.

Шмакин А. Б., Осокин Н. И., Сосновский А. В., Зазовская Э. П., Борзенкова А. В. Влияние снежного покрова на промерзание и протаивание грунта на Западном Шпицбергене // Лёд и Снег. 2013. № 4 (124). С. 52–59.

References

Dobrovolskiy V. V. Geokhimiya pochv Shpitsbergena // Eurasian Soil Science. 1990. No 2. P. 5–20.

Goryachkin S. V. Pochvennyy pokrov Severa (struktura, genezis, ekologiya, evolyutsiya). M.: GEOS, 2010. 414 p.

Kashulina G. M., Litvinova T. I., Korobeynikova N. M. Vliyaniye landshaftnogo polozheniya na temperaturnyy rezhim verkhnego organogenogo gorizonta grubogumusnykh serogumusovykh pochv Shpitsbergena // Fundamental'nyye kontseptsii fiziki pochv: razvitiye, sovremennyye prilozheniya i perspektivy. M.: «KDU»; «Dobrosvet», 2019. P. 735–738.

Osokin N. I., Sosnovskiy A. V. Vliyaniye klimaticheskikh izmeneniy na termicheskiy rezhim mnogoletnemerzlykh porod na arhipelage Shpitsbergen // Priroda shel'fa i arhipelagov yevropeyskoy Arktiki. 2008. № 8. P. 280–284.

Pereverzev V. N. Pochvy poberezhnyy f'ordov ostrova Zapadnyy Shpitsbergen. Apatity: Izd-vo KNTS RAN, 2012. 122 p.

Semko A. P. Gidrotermicheskiy rezhim pochv lesnoy zony Kol'skogo poluostrova. Apatity: Kol'skiy filial AN SSSR, 1982. 142 p.

Shmakin A. B., Osokin N. I., Sosnovskiy A. V., Zazovskaya E. P., Borzenkova A. V. Influence of snow cover on soil freezing and thawing in the West Spitsbergen // Ice and snow. 2013. No 4 (124). P. 52–59.

Vasilevskaya V. D. Pochvoobrazovaniye v tundrakh Sredney Sibiri. M.: Nauka, 1980. 235 p.

Статья поступила в редакцию 28.05.2021; одобрена после рецензирования 03.08.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 28.05.2021; approved after reviewing 03.08.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 631.452
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.043

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ПИТОМНИКОВ ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

**Наталья Владимировна Чуева, Галина Михайловна Кашулина,
Наталья Михайловна Коробейникова**

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
nataliechueva@mail.ru*

Аннотация

Проведено обследование текущего состояния плодородия почв на двух участках коллекционного питомника Полярно-альпийского ботанического сада в районе города Апатиты. Почвы на обоих участках характеризуются легким гранулометрическим составом. Участки различаются по содержанию органического вещества в почвах, кислотности и доле площадок, где необходимо провести известкование. Обеспеченность доступным фосфором на всех площадках обоих участков характеризуется как высокая, калием — от средней до высокой, минеральными формами азота — как очень низкая.

Ключевые слова:

агроподзол, кислотность, органическое вещество, питательные элементы, ботанический сад, Кольский полуостров

Original article

AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL OF THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN

Natalya V. Chueva¹, Galina M. Kashulina², Natalya M. Korobeynikova³

*Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; nataliechueva@mail.ru*

Abstract

The current state of soil fertility was estimated at 2 sites of experimental fields of the Polar-Alpine Botanical Garden. Soils in both areas are characterized by a light granulometric composition. The sites vary in the content of organic matter in the soils, as well as the acidity and proportion of the sites where the liming is needed. The availability of phosphorus at all sites in both areas is characterized as high, potassium — from medium to high, mineral forms of nitrogen — as very low.

Keywords:

anthrosols, acidity, available nutrients, organic matter, botanical garden, Kola Peninsula

Введение

Антропогенно-преобразованные почвы ботанических садов служат продукционной основой уникальных коллекций растений из разных природных зон и имеют важное значение в сохранении биоразнообразия. Для более эффективного использования генетического потенциала интродуцированных растений в научных и прикладных целях необходимо постоянно поддерживать плодородие почв ботанических садов в соответствии с требованиями выращиваемых видов растений.

Полярно-альпийский ботанический сад-институт (ПАБСИ) КНЦ РАН является самым северным ботаническим садом в России. Естественные почвы на Кольском полуострове характеризуются низким плодородием [Переверзев, 2004]. При создании искусственного плодородного гумусового горизонта почв и его поддержании требуется ежегодное внесение больших доз органических и минеральных удобрений, а также извести [Переверзев, 1987; Елсаков и др., 2001]. В практике ухода за почвами в ПАБСИ в последние годы применялись лишь небольшие дозы минеральных удобрений. В этой связи особый интерес представляет оценка современного состояния плодородия почв ПАБСИ, чтобы наметить эффективные меры по повышению и поддержанию их плодородия. В сообщении представлены данные агрохимических анализов почв на двух площадках коллекционного участка ПАБСИ, расположенного в окрестностях города Апатиты.

Материалы и методы

Участок с коллекцией многолетних травянистых растений (КТР) ПАБСИ в окрестностях города Апатиты был создан в 1987 г. с целью подбора ассортимента лекарственных растений для Кольского Севера и разработки приемов их агротехники [Елсаков и др., 2001]. Плодородный слой был сформирован из компоста, составленного из смеси торфа, песка, навоза и извести и добавленного к естественному грунту. В последние десять лет уход за почвами включал ежегодное внесение около 40 г / м² азофоски (N60P60K60). Участок на месте демонстрационного эксперимента (ДЭ) длительное время не возделывался и зарос сорняками. Весной 2017 г. его вспахали и провели ДЭ с сидератами.

Первичное агрохимическое опробование на участке КТР было проведено 12 сентября 2016 г. (КТР-16). На участке было отобрано 27 смешанных образцов, представляющих отдельные делянки коллекционного питомника травянистых растений размером от 1 до 5 м². На участке ДЭ 21 сентября 2017 г. (ДЭ-17) было проведено опробование на 15 площадках размером от 1 до 3 м².

Агрохимический анализ включал определение потери при прокаливании (ППП), полевой влажности, рН_{KCl}, нитратного (N-NO₃) и аммиачного (N-NH₄) азота, доступных для растений форм фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) по Кирсанову, гидролитической кислотности (H_r), а также гранулометрического состав по Н. А. Качинскому [Агрохимические..., 1975].

Обработка данных включала определение основных статистических параметров распределения (медианы, минимума, максимума, первого и третьего квартилей) агрохимических показателей, расчеты коэффициентов корреляции и построение диаграмм с использованием Microsoft Excel 2010. Для оценки достоверности различий между наборами данных использовали U-критерий Манна — Уитни (http://www.psychol_ok.ru/statistics/mann_whitney).

Результаты и обсуждение

Гранулометрический состав. Как показали результаты, в почвах на обоих участках значительно преобладают песчаные фракции. Содержание песка (фракции 0,05–1 мм) в почвах на участке ДЭ-17 было выше по сравнению с участком КТР-16. Содержание агрономически ценной фракции физической глины (фракция < 0,01 мм) на площадке ДЭ-17, наоборот, было ниже

по сравнению с участком КТР-16. По содержанию физической глины гранулометрический состав почв площадок с участка ДЭ-17 на 71 % характеризовался как связный песок и только на 29 % — как супесь. На участке КТР-16, напротив, почвы площадок на 33 % были отнесены к связному песку и на 67 % — к супеси.

Содержание органического вещества. По содержанию органического вещества, оцененного по величине ППП, различия между площадками на обоих участках оказались более чем двукратными (табл. 1). Содержание органического вещества в почвах на участке КТР-16 было значимо выше ($p \leq 0,01$) по сравнению с участком ДЭ-17.

Таблица 1

Параметры распределения агрохимических показателей на площадках коллекционного питомника травянистых лекарственных растений КТР-16 ($N = 27$) и демонстрационного эксперимента с сидератами ДЭ-17 ($N = 15$)

Показатель	Минимум	Q1	Медиана	Q3	Максимум
<i>КТР-2016</i>					
ППП, %	7,40	8,40	9,60	11,6	15,4
pH _{KCl}	4,50	4,88	5,11	5,38	6,30
N-NH ₄ , мг / 100 г	0,23	0,48	0,61	0,93	1,43
N-NO ₃ , мг / 100 г	0,00	0,03	0,08	0,15	0,69
N-NO ₃ +N-NH ₄ , мг / 100 г	0,31	0,53	0,73	1,01	1,73
P ₂ O ₅ , мг / 100 г	41,8	53,4	57,9	67,6	96,5
K ₂ O, мг / 100 г	8,0	13,5	16,5	20,8	30,5
H _r , мг-экв / 100 г	0,8	2,8	3,2	4,2	6,1
Влажность, %	24,1	27,5	30,7	32,7	39,9
<i>ДЭ-17</i>					
ППП, %	3,93	3,93	6,64	3,93	8,81
pH _{KCl}	5,40	5,40	5,60	5,40	6,16
N-NH ₄ , мг / 100 г	0,26	0,26	0,60	0,26	1,59
N-NO ₃ , мг / 100 г	0	0	0	0	0,57
N-NH ₄ + N-NO ₃ , мг / 100 г	0,26	0,26	0,73	0,26	1,59
P ₂ O ₅ , мг / 100 г	46,3	46,3	64,8	46,3	78,1
K ₂ O, мг / 100 г	11,0	11,0	13,0	11,0	17,0
ГК, мг-экв / 100 г					
Влажность, %	11,0	11,0	20,8	11,0	27,2

Примечание. Q1, Q3 — первый и третий квартили распределения.

Корреляционный анализ показал, что содержание органического вещества (ППП) является фактором, с которым на площадках обоих участков достоверно ($p \leq 0,01$) связано распределение полевой влажности ($r = 0,66$ для КТР-16 и $r = 0,92$ для ДЭ-17), обменной кислотности ($r = -0,48$ для КТР-16 и $r = -0,57$ для ДЭ-17), гидролитической кислотности ($r = 0,45$ для КТР-16) и содержания доступного фосфора ($r = 0,63$ для КТР-16 и $r = 0,69$ для ДЭ-17).

Обменная кислотность. Реакция среды на обоих участках значительно варьировала между площадками от кислой до нейтральной (табл. 1).

Различия между участками по кислотности почв оказались значимыми ($p \leq 0,01$). Исходя из величины pH_{KCl} , около 80 % площадок на участке КТР-16 нуждалось в известковании, на участке ДЭ-17 — только 13 %.

Доступные соединения фосфора. По содержанию доступных для растений соединений фосфора участки КТР-16 и ДЭ-17 не различались между собой (табл. 1). Сравнение полученных результатов и существующих шкал обеспеченности окультуренных почв элементами питания [Методические..., 2003] показало, что почвы на всех площадках обоих участков характеризовались очень высокой обеспеченностью доступным для растений фосфором.

Доступные соединения калия. В отличие от фосфора, обследованные участки ПАБСИ значимо ($p \leq 0,01$) различались по содержанию доступного калия. Сравнение с принятыми шкалами обеспеченности [Методические..., 2003] показало, что обеспеченность почв доступным калием на обоих участках варьирует от средней до высокой.

Минеральные формы азота. Содержание аммиачного и нитратного азота, а также их суммы в почвах не зависело от участка. На большинстве площадок обоих участков сумма нитратного и аммиачного азота не превышала 1,5 мг/100 г и, согласно шкале Г. П. Гамзикова [2000], почвы характеризовались очень низкой обеспеченностью минеральными формами азота.

Заключение

Таким образом, исследования показали, что почвы на обследованных участках ПАБСИ значимо различаются по уровню содержания органического вещества, которое является важным показателем плодородия почв, а также по кислотности и обеспеченности растений доступными формами калия. По обеспеченности доступным фосфором и минеральными формами азота обследованные участки не различаются. Почвы на всех площадках обоих участков характеризуются высокой обеспеченностью фосфором. Обеспеченность почв минеральными формами азота, наоборот, является очень низкой. Для поддержания плодородия почв на этих участках необходимо повысить содержание органического вещества за счет внесения органических удобрений, увеличить дозу внесения азотных удобрений и провести известкование на отдельных площадках. Агрохимическое обследование всех участков ПАБСИ необходимо проводить регулярно.

Список источников

- Агрохимические* методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
- Гамзиков Г. П. Научные основы и рекомендации по диагностике и оптимизации минерального питания зерновых и других культур. М.: ВИУА, 2000. 99 с.
- Елсаков Г. В., Горелова А. П., Миронова Р. А. Роль удобрений при возделывании лекарственных культур в Заполярье // Агрохимия. 2001. № 2. С. 40–45.
- Методические* указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / под ред. Л. М. Державина, Д. С. Булгакова. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 240 с.
- Переверзев В. Н. Биохимия гумуса и азота почв Кольского полуострова. Л.: Наука, 1987. 303 с.
- Переверзев В. Н. Лесные почвы Кольского полуострова. М.: Наука, 2004. 232 с.

References

- Agrokhimicheskiye metody issledovaniya pochv.* M.: Nauka, 1975. 656 p.
- Gamzikov G. P. Nauchnyye osnovy i rekomendatsii po diagnostike i optimizatsii mineral'nogo pitaniya zernovykh i drugikh kul'tur.* M.: VIUA, 2000. 99 p.
- Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* / Eds. L. M. Derzhavina, D. S. Bulgakova. M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2003. 240 p.
- Pereverzev V. N. Biokhimiya gumusa i azota pochv Kol'skogo poluostrova.* L.: Nauka, 1987. 303 p.
- Pereverzev V. N. Lesnyye pochvy Kol'skogo poluostrova.* M.: Nauka, 2004. 232 p.
- Yelsakov G. V., Gorelova A. P., Mironova R. A. Rol' udobreniy pri vozdeleyanii lekarstvennykh kul'tur v Zapolyar'ye // Agrokhimiya.* 2001. No 2. P. 40–45.

Статья поступила в редакцию 11.05.2021; одобрена после рецензирования 03.08.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 11.05.2021; approved after reviewing 03.08.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 556.133
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.044

ИСПАРЕНИЕ С БОЛОТ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Игорь Леонидович Калюжный

*Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург, Россия;
hfl@mail.ru*

Аннотация

Рассмотрены результаты многолетних наблюдений за испарением с болот Кольского полуострова. Установлено, что основными факторами, влияющими на испарение с болот, является приход тепла к испаряющей поверхности, степень влагообеспеченности, растительный покров и фаза его развития. Показано, что основной вклад в суммарное испарение вносит транспирация болотной растительности (98 %). Произрастающие лишайники значительно уменьшают испарения. Внутрисезонный ход испарения с болотных микроландшафтов хорошо совпадает по фазе, но величины испарения различны. Выявлена корреляция испарения между отдельными микроландшафтами, формами микрорельефа и открытой водной поверхностью. Обнаружено влияние степени развития зоны микрорельефа на величину испарения.

Ключевые слова:

испарение, болотные микроландшафты, факторы, пространственная изменчивость, Кольский полуостров

Original article

EVAPORATION FROM THE MIRES OF THE KOLA PENINSULA

Igor L. Kalyuzhny

State Hydrology Institute, Saint Petersburg, Russia; hfl@mail.ru

Abstract

The article considers the data of long-term observations of evaporation from the mires of the Kola Peninsula. The main factors affecting evaporation from mires are the heating of the evaporating surface, the moisture supply, the vegetation cover and its developmental stage. The main contribution to the total evaporation is due to transpiration of vegetation (98 %). Lichen cover significantly reduces evaporation. The intra-seasonal pattern of evaporation from mires micro-landscapes are in good agreement as to phases, but differ in extent. The correlation of evaporation among individual micro-landscapes, micro-relief and open water surface was revealed. The influence of the degree of development of the microrelief on the amount of evaporation was found.

Keywords:

evaporation, mire micro-landscapes, factors, spatial variability, Kola Peninsula

Введение

При проектировании мелиоративных мероприятий на болотных массивах и переувлажненных землях, а также в период их освоения, необходимо знать характеристики и режим испарения на этих природных объектах, закономерности его изменения в процессе осушения и освоения.

© Калюжный И. Л., 2021

Многолетние систематические наблюдения за испарением с олиготрофных болотных массивов были организованы в конце 1950-х гг. и проведены на болотных гидрологических стационарах Гидрометслужбы. В основу организации сети этих наблюдений были положены работы К. Е. Иванова, В. В. Романова, Н. М. Топольницкого, Л. Г. Бавиной и др. Однако какие-либо источники, оценивающие величины испарения с болот Кольского полуострова, отсутствуют. Потребность в этих данных несомненна, так как в связи с изменением климата открывается возможность использования болот в сельскохозяйственном производстве и других отраслях экономики в этом регионе.

Целью настоящей работы является оценка величины и особенностей испарения на естественных болотных массивах Кольского полуострова.

Материалы и методы

Наблюдения за испарением влаги проводили на мезоолиготрофном Пулозерском болотном массиве (Кольско-Карельская подпровинция Северо-Европейской таёжной провинции, где преобладают северная тайга и аапаболота) с 1960 до 1993 гг. Описание болотного массива приведено автором [Калюжный, 2016]. Пункты наблюдений располагались в следующих микроландшафтах: кустарничково-лишайниковом, грядово-мочажинном и грядово-озерковом комплексах.

Наблюдение за испарением осуществляли прямым методом — методом водного баланса изолированного монолита почвы, учитывающего уменьшение массы воды в испаряющей зоне. При близком залегании уровня болотных вод и водопроницаемости деятельного слоя, превышающей интенсивность атмосферных осадков, водный режим монолита в испарителе значительно не отличается от водного режима болота, если уровни воды в испарителе и болоте располагаются на равной высоте от его поверхности. Поэтому при производстве наблюдений за испарением с поверхности болота применялся испаритель ГГИ Б–1000 с регулируемым уровнем воды [Калюжная, Калюжный, 1972; Наставления..., 1972]. Уровень воды в испарителе контролировали визуально по водомерному устройству и поддерживали на заданном положении путем её долива (или отлива) с учетом изменения уровня в болотном микроландшафте, на котором расположен пункт наблюдения.

В каждом пункте наблюдений устанавливали испарители, модернизированный почвенный дождемер ГР–28, подъемное устройство ГР–22, весы (шкальные малогабаритные, грузоподъемностью 100 кг) и водомерную скважину. Испарители занимали повышенные и пониженные элементы микрорельефа. Количество испарителей, согласно [Калюжная, Калюжный, 1972; Наставления..., 1972], было не менее двух в каждом пункте наблюдений. Методика наблюдений за испарением с поверхности болота [Наставления..., 1972] на протяжении всего периода наблюдений была неизменной. Наблюдение за испарением с открытой водной поверхности в комплексных микроландшафтах осуществляли при помощи испарителя ГГИ–3000 с площадью водного зеркала 3000 см² [Наставления..., 1985].

Результаты и обсуждение

Факторы, определяющие испарение с болот. Испарение с поверхности болота начинается практически сразу после схода снежного покрова при переходе температуры воздуха через + 5 °С и оканчивается осенью при наступлении

заморозков, т. е. в период вегетации болотной растительности, который в изученном районе длится 105–115 суток.

Одним из основных факторов, определяющих интенсивность испарения, является приток тепла к испаряющей поверхности. Зависимость испарения от притока тепла к испаряющей поверхности близка к линейной. На рис. 1 показана зависимость испарения (E , мм / мес) с кустарничково-лишайникового микроландшафта с обилием мха на кочках от месячных величин радиационного баланса (R_6) за теплый период года в виде уравнения $E = 2,299 R_6 + 4,087$. Коэффициент корреляции зависимости равен 0,962.

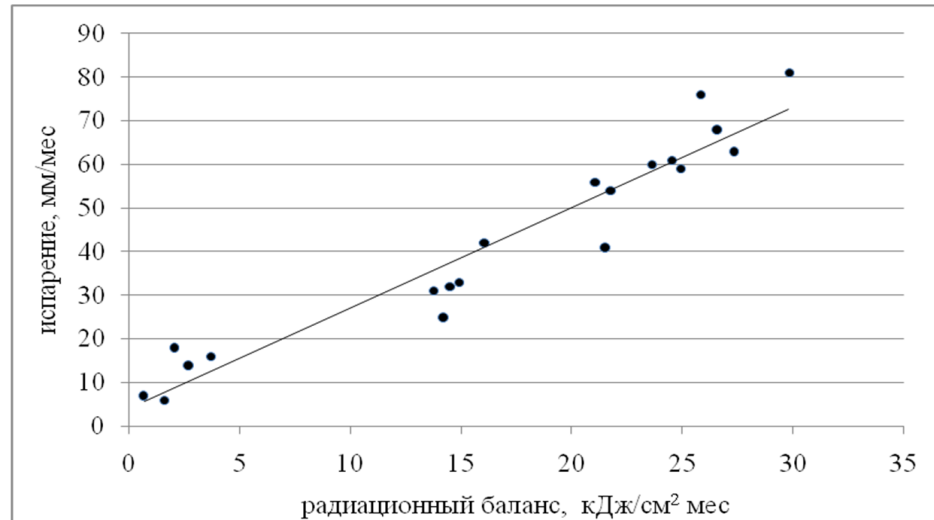


Рис. 1. Связь испарения с величиной радиационного баланса поверхности кустарничково-лишайникового микроландшафта с обилием мха на кочках

При радиационном балансе, равном нулю или близким к нему, месячная величина испарения (4,09 мм / мес) обусловлена адвекцией тепла со стороны суходола или иными процессами, которые не учтены при оценке притока тепла к испаряющей поверхности.

Коэффициент пропорциональности между радиационным балансом и испарением (т. е. удельное испарение $\alpha = E / R_6$ имеет размерность мм / см² × кДж⁻¹) характеризует величину испарения на единицу поглощенной энергии в различных фазах развития болотной растительности. В табл. 1 приведены усредненные величины удельного испарения в кустарничково-лишайникового микроландшафте. Результаты анализа согласуются с тремя периодами развития растительности на болоте [Романов, 1962].

В весенний период, в фазу постепенного «оживления» растений, величина удельного испарения возрастает от нулевых значений в среднем до 2,090 мм / см² × кДж⁻¹. В летний период, в фазу полной жизнедеятельности, α достигает среднего значения 2,404 мм / см² × кДж⁻¹. В осенний период растения переходят в фазу покоя. Из табл. 1 следует, что удельное испарение заметно уменьшается в зависимости от степени водообеспеченности микроландшафта, т. е. при увеличении глубины залегания уровня болотных вод.

Таблица 1

Динамика удельного испарения в вегетационный период в кустарничково-лишайниковом микроландшафте (с обилием мха на кочках) на Пулозерском болотном массиве

Показатель	Месяц				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Удельное испарение, (мм / см ² × кДж ⁻¹)	2,090	2,403	2,651	2,159	6,477
Средний уровень воды, см	- 26	- 28	- 28	- 29	- 20
Высший уровень воды, см	- 11	- 19	- 18	- 15	- 9
Низший уровень воды, см	- 53	- 45	- 51	- 61	- 40

Учитывая степень водообеспеченности и тепловые ресурсы, следует ожидать наибольшие значения величин удельного испарения во второй фазе. В первой и третьей фазах величины α будут значительно меньше.

Изменения уровня болотных вод при одном и том же радиационном балансе в мочажинах и на грядах оказывают меньшее влияние на величины испарения первых, поскольку капиллярные свойства деятельного слоя гряд не обеспечивают достаточного подтока влаги к испаряющей поверхности при уровнях болотных вод ниже корневой системы мхов на грядах. Падение уровня болотных вод до глубины ниже 20–25 см изменяет на значительную величину испарение с гряд, но не уменьшает испарение с мочажин. Отсюда возрастает пространственная изменчивость испарения в пределах грядово-мочажинного и других комплексов.

Структура суммарного испарения. Испаряющая поверхность мезоолиготрофных болот представляет собой плотно сомкнутые головки мхов и отдельные стебли кустарничковой и травяной растительности. Суммарное испарение такой поверхности состоит из двух слагаемых: физического испарения с пористого пространства и транспирации произрастающей растительности. Для разделения этих составляющих была использована методика, основанная на учете тепловых потоков и температуры в верхнем двадцатисантиметровом слое [Романов, 1962; Калюжная и др., 1969]. Наблюдения были проведены на болоте Ламмин-Суо, имеющем растительный покров олиготрофного типа, близкий к мезоолиготрофному. Определяли внутрипочвенное и суммарное испарение (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение транспирации, суммарного и внутрипочвенного испарения в сфагново-кустарничково-пушицевом, редко облесенном сосной микроландшафте по результатам наблюдений на олиготрофном болоте Ламмин-Суо

Показатель	Месяц					За год
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Суммарное испарение, мм	52	126	108	85	38	409
Внутрипочвенное испарение, мм	- 1,09	2,57	1,09	- 0,17	- 0,03	2,37
Транспирация, мм	51	123,4	107,0	85,0	38	404,4

Установлено, что внутрипочвенное испарение имеет хорошо выраженный сезонный ход с максимумом (2,57 мм / мес) в июне. С наступлением теплого периода (в мае) начинается прогрев залежи, а нижние слои имеют температуру, близкую к 0 °С, поэтому на поверхности происходит конденсация влаги. Минимум её наблюдается в мае (– 1,09 мм / мес).

Надо полагать, что время существования конденсации будет обусловлено временем таяния льда в мерзлом слое. При охлаждении верхних горизонтов залежи также будет наблюдаться конденсация, но менее интенсивная. В августе она равна – 0,17 мм / мес и менее. В июне — июле практически вся испарившаяся влага направляется в атмосферу. В мае, августе и сентябре внутрипочвенная конденсация превышает испарение.

Определив в опытах месячные величины суммарного и внутрипочвенного испарения, по разности определяем величину транспирации. Из табл. 2 следует, что транспирация в суммарном испарении составляет 98–99 %, а внутрипочвенное испарение не превышает 2 %. В расчетах водного баланса им можно пренебречь, но в механизме теплопереноса роль внутрипочвенного испарения и конденсации значительна. Укажем, что на испарение 2,57 мм / мес влаги расходуется около 80 Дж тепла.

Результаты полевого определения величин испарения. В табл. 3 приведены результаты определения суммарного испарения в микроландшафтах болотного массива Пулозерский за период наблюдений с 1952 по 1992 гг. Испарение одновременно во всех конкретных болотных микроландшафтах имеет хорошо выраженный сезонный ход с максимумом в июле. Среднемесячные значения июльского максимума изменяются от 63 до 81 мм и несколько превышают максимум испарения с водной поверхности.

Таблица 3

Результаты полевых определений величин испарения (мм / мес) с микроландшафтов болотного массива Пулозерский с 1952 по 1992 гг.

Микроландшафт	Периодичность наблюдений, гг.	Месяц						Сумма за сезон, мм
		V	VI	VII	VIII	IX	X	
Кустарничково-лишайниковый	1961–1990	3	31	63	46	28	7	178
Грядово-мочажинный комплекс	1952–1970	4	41	81	57	42	5	230
Грядово-озерковый комплекс	1961–1990	26	62	68	48	24	5	233
Свободная водная поверхность	1970–1992	22	69	74	52	26	6	249

Сравнительные статистические характеристики среднемесячных и сезонных величин испарения за период наблюдений с 1960 по 1970 гг. по микроландшафтам Пулозерского болота приведены в табл. 4. Величина сезонного испарения с микроландшафтов с обилием лишайников на повышенных элементах микрорельефа (159 и 194 мм / сезон) в среднем на 50 мм меньше, чем при отсутствии лишайников (217 и 237 мм / сезон).

Таблица 4

Статистические характеристики измеренных среднемесячных и сезонных величин испарения за период с 1960 по 1970 гг. по микроландшафтам Пулозерского болота

Статистические характеристики	Месяц					За сезон, мм / сезон
	VI	VII	VIII	IX	X	
<i>Кустарничково-лишайниковый микроландшафт с обилием моховой растительности</i>						
Испарение, мм / мес	68,4	67,0	45,8	31,5	3,82	216,6
Среднеквадратичное отклонение, мм / мес	17,7	20,6	16,4	12,0	6,70	89,8
Коэффициент вариации, доли	0,12	0,31	0,36	0,38	1,75	0,16
<i>Кустарничково-лишайниковый микроландшафт с обилием лишайника на кочках</i>						
Испарение, мм / мес	37,8	56,9	35,3	26,5	3,0	159,5
Среднеквадратичное отклонение, мм / мес	21,9	14,0	8,71	8,68	5,2	38,5
Коэффициент вариации, доли	0,58	0,25	0,25	0,33	3,0	0,23
<i>Грядово-мочажинный комплекс, гряды кустарничково-лишайниковые</i>						
Испарение, мм / мес	47,2	61,4	50,3	33,4	1,9	194,3
Среднеквадратичное отклонение, мм / мес	15,1	17,1	18,5	14,7	3,5	15,3
Коэффициент вариации, доли	0,32	0,28	0,37	0,44	1,83	0,07
<i>Грядово-мочажинный комплекс, гряды сфагново-кустарничковые</i>						
Испарение, мм / мес	70,8	74,3	53,9	34,5	3,3	236,8
Среднеквадратичное отклонение, мм / мес	20,8	22,7	16,7	14,2	6,8	24,8
Коэффициент вариации, доли	0,29	0,30	0,31	0,41	2,04	0,10

Среднеквадратичное отклонение величин испарения в микроландшафтах с неориентированным и ориентированным микрорельефом и с обилием лишайника несколько меньше (38,5 и 15,3 мм), чем при их отсутствии (89,8 и 24,8 мм). Следовательно, и изменчивость испарения в вегетационный период при наличии лишайников в микроландшафте будет меньше. Единая зависимость для микроландшафтов Пулозерского болота имеет коэффициент корреляции не выше 0,72.

Для микроландшафтов, в которых лишайники отсутствуют, коэффициент корреляции повышается до 0,94 и зависимость принимает вид $\sigma = 0,1998 E + 6,49$ (мм), где E — величина испарения за сезон (мм / сезон).

Результаты сравнения суммарного испарения двух микроландшафтов, кустарничково-лишайникового и грядово-озеркового, за равный период наблюдений с 1961 по 1990 гг. показывают их существенное различие. Испарение

с грядово-озеркового комплекса в среднем превышает испарение с кустарничково-лишайникового микроландшафта на 52 мм за сезон, что объясняется его значительно большей водообеспеченностью. К тому же транспирация лишайников незначительна по сравнению с моховым покровом, который в грядово-озерковом и грядово-мочажинном комплексах покрывает большую часть гряд и мочажин. Если увеличивается степень покрытия лишайников, то уменьшается площадь испаряющей поверхности в микроландшафте. В целом за сезон лишайники значительно уменьшают величину испарения на грядах и повышениях: в среднем на 20 % по отношению к мочажинам, а в отдельные годы — до 30 % [Калужный, 1974; Калужный, Романюк, 2009].

Сравнение сезонных величин испарения в пределах болотного массива за равный интервал времени показывает, что испарение с комплексных микроландшафтов всегда больше, чем с микроландшафтов с неориентированным микрорельефом. Так, на Пулозерском болотном массиве величина испарения с микроландшафтов при наличии в них лишайников составляет 74–85 % от испарения с грядово-мочажинного комплекса.

Внутрисезонный ход испарения с болотных микроландшафтов в многолетнем периоде наблюдений обладает хорошо выраженной цикличностью. В течение каждого вегетационного сезона повторяются одни и те же фазы развития растений. Распределение величин суммарного испарения по месяцам отдельных лет несколько различно, так как их ход нарушается погодными условиями и выпадающими осадками (табл. 5).

Таблица 5

Распределение суммарного испарения за вегетационный период (%) с поверхности микроландшафтов Пулозерского болотного массива

Микроландшафт	Месяц					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Кустарничково-лишайниковый	1,8	17,4	35,4	25,7	15,7	4,0
Грядово-мочажинный комплекс	1,7	17,8	35,2	24,8	18,3	2,2
Грядово-озерковый комплекс	11,2	26,6	29,2	20,6	10,3	2,1
Среднее значение по болоту	4,9	20,6	33,3	23,7	14,8	2,8

Во внутригодовом распределении в пределах конкретного болота более равномерный ход отмечен на грядово-озерковом комплексе, что обусловлено значительно большими величинами испарения с открытой водной поверхности озерков и обширных мочажин. Распределение испарения по месяцам в более засушливые или влажные годы не отличается какими-либо особенностями.

Своеобразие испарения с грядово-мочажинных, грядово-озерковых и сходных с ними комплексов заключается в том, что они имеют две (условно) испаряющие поверхности — поверхность гряд и поверхность мочажин,

различные по своим водно-физическим и тепловым свойствам, а также по расположению их над уровнем болотных вод.

Значительно влияет на испарение с гряд их положение относительно водной поверхности мочажин. С увеличением превышения гряд над мочажинами величина испарения с гряд уменьшается. В среднем испарение с гряд в южной части изученного района составляет 80–85 % от испарения с мочажин [Калюжный, 1974; Калюжный, Романюк, 2009]. В северной части (болото Пулозерское), где испарение в основном лимитируется приходом тепла к испаряющей поверхности, различие в испарении с гряд $E_{\text{Г}}$ и мочажин $E_{\text{М}}$ существенно уменьшается. На болоте Пулозерское соотношение этих характеристик за вегетационный сезон определяется равенством $E_{\text{М}} = 1,011E_{\text{Г}}$ при $R = 0,98$.

Растительность на грядах и мочажинах различна. Кустарничковый ярус гряд обычно представлен ксерофитной растительностью, в мочажинах господствуют влаголюбивые ассоциации. Капиллярный поток влаги на грядах обеспечивает её расход на испарение только при уровнях до 20 см от их поверхности [Калюжный, 2019]. Поэтому испарение с гряд в большинстве случаев меньше, чем с мочажин. Но если уровень воды на грядах в течении вегетационного периода не опускается ниже этой величины, то этого отличия практически не наблюдается и испарение с гряд (повышений) равно испарению с мочажин (понижений) и может превышать его. Последнее объясняется тем, что испаряющая поверхность гряд больше, чем мочажин. Высокая влагообеспеченность растительного покрова гряд (повышений) свойственна болотам Севера. В этом случае за вегетационный сезон испарение с мочажин в среднем составляет 93 % от гряд.

Корреляционные отношения месячных величин испарения с гряд ($E_{\text{Гряд}}$) и мочажин ($E_{\text{Моч}}$) (рис. 2) кустарничково-лишайникового микроландшафта с моховым покровом гряд определяется выражением: $E_{\text{Моч}} = 1,016 E_{\text{Гряд}} - 5,04$ (мм / мес), при $R = 0,893$.

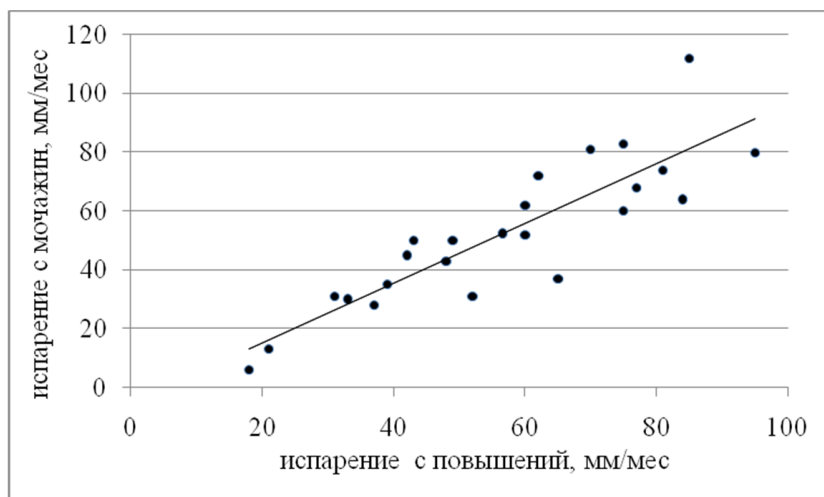


Рис. 2. Корреляционное соотношение месячных величин испарения с повышений и понижений кустарничково-лишайникового микроландшафта Пулозерского болота

Корреляционные отношения месячных величин испарения с повышенных и пониженных элементов микрорельефа при обилии лишайников (рис. 3) можно выразить соотношением: $E_{\text{моч}} = 1,110 E_{\text{гряд}} + 4,59$ (мм / мес), при $R = 0,957$.

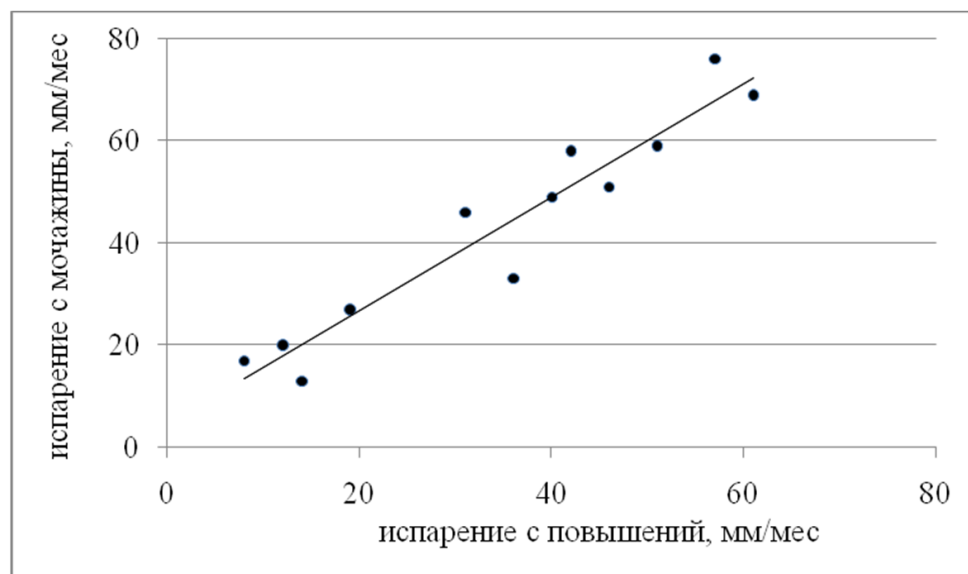


Рис. 3. Корреляционное соотношение месячных величин испарения с повышений и понижений кустарничково-лишайникового микроландшафта болот при обилии лишайников

В таблице 6 приведены параметры уравнения, связывающие испарение с гряд и мочажин олиготрофных болот Кольского полуострова и северо-запада России. Параметр k , согласно табл. 6 и ряду наблюдений по отдельным болотам Севера, изменяется в широких пределах: от 1,08 (Пулозеро) до 0,59 (Мортымя, Западная Сибирь).

Косвенной характеристикой, определяющей обеспеченность влагой испаряющую поверхность, является мощность зоны развития микрорельефа, числом равная превышению плоскости гряд над мочажинами (Δh). Между этими характеристиками существует достаточно тесная зависимость вида: $k = 1,408 e^{-0,021 \Delta h}$ с коэффициентом корреляции 0,905.

Анализ этой зависимости показывает, что при Δh , равном 10–14 см, испарение с гряд и мочажин близки между собой, что мы и наблюдаем на Пулозерском болоте. С увеличением Δh гряды испаряют меньше, чем мочажины. Наименьшее значение параметра k , равное 0,59, мы наблюдали на Мортымянском болоте (Западная Сибирь) при Δh , равном 40 см. Отсюда следует, что с увеличением зоны развития микрорельефа степень обеспеченности испаряющей поверхности влагой снижается, что увеличивает пространственную изменчивость испарения в пределах конкретного болота.

Таблица 6

Коррелятивные отношения среднемноголетних месячных сумм испарения с гряд (повышений) и мочажин (понижений) ($E_{\text{гряд}} = kE_{\text{моч}}$) на олиготрофных болотах Севера и Северо-Запада

Параметр k	Коэффициент корреляции	Превышение плоскости гряд над мочажинами, см	Характеристика гряд и мочажин
<i>Пулозерский болотный массив</i>			
1,08	$0,87 \pm 0,2$	13	Повышения сфагново-кустарничковые, мочажины пушицево-осоковые
0,805	$0,96 \pm 0,12$	22	Повышения кустарничково-лишайниковые, мочажины осоково-пушицевые
<i>Болотный массив Ламмин-Суо (Ленинградская область) Lammin</i>			
0,85	$0,92 \pm 0,06$	20	Гряды сфагново-кустарничковые, облесенные сосной, мочажины сфагново-шейхцериевые
<i>Иласский болотный массив (Архангельская область) Ilassky</i>			
0,97	$0,84 \pm 0,1$	16	Гряды сфагново-кустарничковые с лишайником, мочажины сфагново-шейхцериевые

В грядово-озерковых комплексах свободная водная поверхность занимает до 30–40 % комплекса. Их испаряющая поверхность состоит из гряд с различной степенью облесения, обширных мочажин и озер различной площади. При таком разнообразии элементов испаряющей поверхности величины испарения со свободной водной поверхности являются наибольшими. На рис. 4 приведено корреляционное отношение месячных величин испарения со свободной водной поверхности ($E_{\text{вод. пов.}}$) и с кустарничково-лишайникового микроландшафта с обилием лишайников ($E_{\text{куст.}}$). Соотношение описывается выражением: $E_{\text{куст.}} = 0,6395 E_{\text{вод. пов.}} + 7,26$ (мм / мес) при коэффициенте корреляции, равном 0,92.

Испарение со свободной водной поверхности на 20 % больше, чем с кустарничково-лишайникового микроландшафта с обилием лишайников.

Однако наличие микроозерков и мочажин зачастую с открытой водной поверхностью в грядово-мочажинном и грядово-озерковом комплексах при высоких уровнях болотных вод в диапазоне от – 10 до – 25 см приближает величины испарения с этих комплексов к испарению с водной поверхности. В этом диапазоне уровней болотных вод величина отношения испарения с комплекса к испарению с водной поверхности (η) в среднем равна 0,85 (или 85 %). Далее, с понижением уровня болотных вод η уменьшается и в диапазоне уровня от – 30 до – 60 см изменяется в небольших пределах — от 0,54 до 0,68. Уменьшение η при уровне – 30 см и ниже обусловлено возникающим дефицитом влаги в условиях, когда капиллярные свойства верхних горизонтов торфяной залежи не обеспечивают притока воды к испаряющей поверхности. Аналогичную зависимость мы наблюдали и в условиях неориентированного микрорельефа.

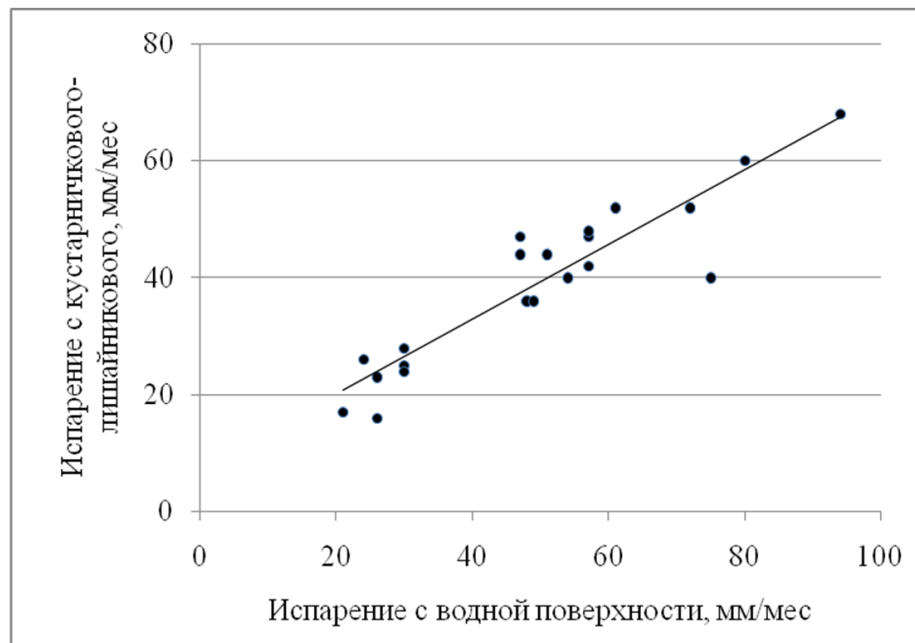


Рис. 4. Корреляционное отношение месячных величин испарения со свободной водной поверхности и кустарничково-лишайникового микроландшафта с обилием лишайников

Испарение с евтрофных или мезоолиготрофных окраек болот на 20–25 % больше, чем со сфагново-кустарничкового микроландшафта олиготрофного или мезоолиготрофного болота. Однако если рассматривать суммарное испарение с олиготрофного болота, то оно только на 3–10 % меньше, чем с евтрофных или мезотрофных [Калюжный, Романюк, 2009].

Северная часть Кольского полуострова занята плоскобугристыми торфяниками. О величинах испарения с этих болот данных нет. Испарение с болот этого региона целесообразно определять по тем же закономерностям, что и с мезоолиготрофных.

Выводы

На основании многолетних комплексных гидрометеорологических наблюдений на болотном массиве с разными формами микрорельефа и растительными комплексами на территории Кольского полуострова установлено, что основными факторами, влияющими на испарение с болот, являются: приход тепла к испаряющей поверхности, степень влагообеспеченности, растительный покров и фаза его развития. Зависимость величины испарения (E) от радиационного баланса (R_6) для кустарничково-лишайникового микроландшафта с обилием мха на кочках выражается линейным уравнением $E = 2,299 R_6 + 4,087$ с коэффициентом корреляции, равным 0,962. Величина удельного испарения зависит от фазы развития растительности и степени влагообеспеченности микроландшафта в течение теплого периода года. В структуре испарения ведущая роль принадлежит транспирации болотной растительности (98 % от величины суммарного испарения). Физическое

испарение с порового пространства деятельного слоя не превосходит 2 %. Испарение с поверхности болота начинается после схода снежного покрова, при переходе температуры воздуха через + 5 °С, и оканчивается осенью, при наступлении заморозков. Период вегетации болотной растительности, при котором происходит её транспирация, занимает 105–115 суток. Наибольшая сезонная величина испарения наблюдается в грядово-мочажинном комплексе (сфагново-кустарничковые гряды) — 237 мм / сезон — и в кустарничково-лишайниковом микроландшафте с обилием моховой растительности — 217 мм / сезон. В кустарничково-лишайниковом микроландшафте с обилием лишайников испарение снижается до величины 159–194 мм / сезон. Внутрисезонный ход испарения с болотных микроландшафтов с максимумом в июле хорошо совпадает по фазе, но величины испарения различны. С увеличением превышения гряд над мочажинами величина испарения с гряд уменьшается. На Пулозерском болоте соотношение этих характеристик за вегетационный сезон определяется равенством $E_m = 1,011E_r$ при $R = 0,98$. Испарение со свободной водной поверхности на 20 % больше, чем с кустарничково-лишайникового микроландшафта с обилием лишайников. Наличие микроозерков и мочажин с открытой водной поверхностью в грядово-мочажинном и грядово-озерковом комплексе при высоких уровнях болотных вод приближает величины испарения с растительного комплекса к испарению с водной поверхности (соотношение равно в среднем 0,85). С понижением уровня ниже – 25 см эти соотношения уменьшаются до 0,54.

Список источников

Калюжный И. Л. Испарение с болотных массивов различных болотных провинций СССР // Труды ГГИ. 1974. Вып. 222. С. 21–57.

Калюжный И. Л. Гидрохимический режим и химический состав вод мезоолиготрофных болотных массивов Кольского полуострова // Вестник Кольского научного центра РАН. 2016. № 3. С. 114–125.

Калюжный И. Л. Гидрофизические свойства деятельного слоя болот Кольского полуострова // Вестник Кольского научного центра РАН. 2019. № 1 (11). С. 14–29.

Калюжная И. И., Калюжный И. Л. Методика определения величин испарения болотными весовыми испарителями с учетом вариации микрорельефа и растительности на болотных массивах // Труды ГГИ. 1972. Вып. 204. С. 102–111.

Калюжная И. И., Калюжный И. Л., Романов В. В. Исследование потоков тепла в деятельном слое верховых болот // Труды ГГИ. 1969. Вып. 177. С. 172–196.

Калюжный И. Л., Романюк К. Д. Испарения с болотных массивов зоны олиготрофных болот // Вестник ТГПУ. 2009. Вып. 3 (81). С. 120–125.

Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Гидрометеорологические наблюдения на болотах. Вып. 8. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 296 с.

Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Наблюдения за испарением с водной поверхности. Вып. 7, ч. 2. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 104 с.

Романов В. В. Испарение с болот Европейской территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 228 с.

References

Kalyuzhnaya I. I., Kalyuzhnyy I. L. Metodika opredeleniya velichin ispareniya bolotnymi vesovymi isparitelyami s uchetom variatsii mikrorel'yefa i rastitel'nosti na bolotnykh massivakh // Trudy GGI. 1972. Iss. 204. P. 102–111.

Kalyuzhnaya I. I., Kalyuzhnyy I. L., Romanov V. V. Issledovaniye potokov tepla v deyatelnom sloye verkhovykh bolot // Trudy GGI. 1969. Iss. 177. P. 172–196.

Kalyuzhnyy I. L. Gidrofizicheskiye svoystva deyatelnogo sloya bolot Kol'skogo poluostrova // Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. 2019. No 1 (11). P. 14–29.

Kalyuzhnyy I. L. Gidrokhimicheskiy rezhim i khimicheskiy sostav vod mezooligotrofnykh bolotnykh massivov Kol'skogo poluostrova // Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. 2016. No 3. P. 114–125.

Kalyuzhnyy I. L. Ispareniye s bolotnykh massivov razlichnykh bolotnykh provintsiy SSSR // Trudy GGI. 1974. Iss. 222. P. 21–57.

Kalyuzhnyy I. L., Romanyuk K. D. Ispareniya s bolotnykh massivov zony oligotrofnykh bolot // Vestnik TGPU. 2009. Iss. 3 (81). P. 120–125.

Nastavleniye gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam. Gidrometeorologicheskiye nablyudeniya na bolotakh. Iss. 8. L.: Gidrometeoizdat, 1972. 296 p.

Nastavleniye gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam. Nablyudeniya za ispareniyem s vodnoy poverkhnosti. Iss. 7, Pat. 2. L.: Gidrometeoizdat, 1985. 104 p.

Romanov V. V. Ispareniye s bolot Yevropeyskoy territorii SSSR. L.: Gidrometeoizdat, 1962. 228 p.

Статья поступила в редакцию 25.08.2020; одобрена после рецензирования 15.12.2021; принята к публикации 16.12.2021.

The article was submitted 25.03.2021; approved after reviewing 15.12.2021; accepted for publication 16.12.2021.

Научная статья
УДК 597/599(1-751.1)
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.045

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ МОНИТОРИНГ ПОПУЛЯЦИЙ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ *MICROMAMMALIA* В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО ЛАНДШАФТА (ЛАПЛАНДСКИЙ ЗАПОВЕДНИК, МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Геннадий Данилович Катаев¹, Лев Николаевич Ермаков²

¹Лапландский государственный природный биосферный заповедник, Мончегорск, Россия, kataev@laplandzap.ru

²Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия, microtus@yandex.ru

Аннотация

В условиях Кольского полуострова динамика численности мелких грызунов и насекомоядных изучена за длительный, с 1936 г., период достаточно полно, но без учета вертикального распределения животных. Проявление мелкими млекопитающими приспособительных реакций на высотные различия экологических факторов обуславливает необходимость дифференцированного подхода и к оценке колебаний численности популяций. Настоящая статья посвящена более глубокому изучению вопросов приспособления отдельных видов млекопитающих к существованию в горных районах Кольского Севера. Исследованы многолетняя динамика и характер циклов численности красно-серой полевки на территории Лапландского заповедника по высотным поясам растительности и сезонам года. Выявлены межгодовые различия обилия вида, соотношения периодов и их мощностей на спектрах таких колебаний.

Ключевые слова:

мелкие млекопитающие, красно-серая полевка *Myodes rufocanus*, сезонная численность, цикличность, горный ландшафт, высотные пояса, распределение животных

Original article

SPATIO-TEMPORAL MONITORING OF SMALL MAMMALS POPULATIONS (MICROMAMMALIA) IN THE MOUNTAIN LANDSCAPE (LAPLAND STATE NATURE RESERVE, MURMANSK REGION)

Gennadiy. D. Kataev¹, Lev N. Erdakov²

¹Lapland State Nature Reserve, Monchegorsk, Russia, kataev@laplandzap.ru

²Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, microtus@yandex.ru

Abstract

In the Kola Peninsula, the dynamics of small rodents number has been completely studied for a long period since 1936, but without taking into account the vertical distribution of animals. Because of the manifestation of adaptive responses by small mammals to high-altitude ecological differences, it is necessary to assess population fluctuations and study adaptation of individual mammals species in mountains of Kola North. The long-term dynamics and life cycles of the red-gray vole were investigated in the Lapland Nature Reserve with special attention to the vertical vegetation zones and seasons. The inter-annual fluctuations in the species abundance, the ratio of periods and their capacities on the spectra of such fluctuations are revealed.

Keywords:

small mammals, *Myodes rufocanus*, seasonal abundance, cyclicity, mountain landscape, altitude belts, distribution of animals

Введение

В основу работы легли материалы многолетних непрерывных стационарных работ (1936–2020 гг.) в различных ландшафтах Лапландского заповедника. Его основная территория приходится на центральные районы Мурманской области. Рассматриваемый регион относится к подзоне северной тайги, к ее западному Лапландскому району [Цинзерлинг, 1932; Лавренко, 1950]. Благодаря выраженному горному рельефу, здесь представлено множество растительных ассоциаций. В горных районах развита высотная поясность растительности. В подножии выражен предгорно-лесной пояс. По мере поднятия в горы горно-лесной пояс (до 300–350 м над уровнем моря) сменяется растительностью подгольцового пояса (березовых криволесий) с верхней границей от 350 до 600 м над уровнем моря, а последний — горно-тундровым поясом. Характерным при подъеме является уменьшение в растительных сообществах числа ярусов от пяти-четырех до одного. В лесном поясе доля летнезеленых растений составляет 81 %, в подгольцовом — 78 % и в горно-тундровом — 66 %, а доля вечнозеленых — 14, 18 и 29 % соответственно [Раменская, 1972]. В Лапландском заповеднике представлено большинство типов растительных ассоциаций Мурманской области, за исключением равнинной тундры и приморской растительности, его природные условия типичны для западной части Кольского полуострова [Крепс, 1929; Семенов-Тянь-Шанский, 1982].

В лесном поясе оптимальные местообитания для себя находят: полевка-экономка *Alexandromys oeconomus*, красная полевка *Myodes rutilus*, лесной лемминг *Myopus schisticolor*, водяная полевка и обыкновенная кутора *Neomys fodiens*. Выше по склону чаще, чем в других местах, встречаются полевки красно-серая *Myodes rufocanus* и рыжая *Myodes glareolus*, бурозубки средняя *Sorex caecutiens* и малая *Sorex minutus*. Условия подгольцового пояса оказываются наиболее подходящими для темной полевки *Microtus agrestis* и обыкновенной бурозубки *Sorex araneus*, а горно-тундрового — для норвежского лемминга *Lemmus lemmus*. Имеющийся материал показывает, что местообитания подавляющего большинства видов мелких млекопитающих, за исключением крайне редких куторы и водяной полевки *Arvicola amphibious*, не совпадают точно с границами высотных поясов растительности и не ограничиваются каким-то одним из них. Поэтому целесообразно проследить за показателями обилия фоновых видов мышевидных грызунов и насекомоядных в каждом из высотных поясов с целью установления особенностей изменения их численности.

Материалы и методы

Основной район наших исследований расположен в 119–177 км севернее полярного круга — на северо-востоке Фенноскандии, в центральной части Мурманской области. Стационарные наблюдения проводились в основном на территории Лапландского заповедника (высотный профиль Чунатундры) и его окрестностей.

Зверьков отлавливали плашками конструкции Геро. Учеты проводили методами ловушко-линий и ловчих канавок [Юргенсон, 1934; Кучерук, 1952]. Плашки расставляли в относительно однородных по растительному покрову участках на расстоянии 10 м одна от другой. Каждая линия состояла не менее чем из 25 давилок и работала 4–5 суток, такую экспозицию для лесной зоны можно считать оптимальной. Ловушки устанавливали по склону в направлении от подножия к вершине горы. Перепад высот составлял от 130 до 340 м над уровнем моря.

В работе использовали фактические данные учетов мелких млекопитающих за период 1971–2020 гг. Для ретроспективного анализа сезонной и ландшафтной динамики численности грызунов привлечены материалы, полученные на стационаре «Ельнюн» начиная с 1936 г. За весь период исследований методика ни разу не менялась. Только на стационаре «Ельнюн» сотрудниками заповедника в период осеннего учета (первая декада сентября) отработано более 41000 ловушко-суток. Весной (первая декада июня) за период 1974–2020 гг. отработано 23453 ловушко-суток. Всего на двух постоянно действующих стационарах — осеннем (1936–2020 гг.) и весеннем (1974–2020 гг.) — было учтено 9379 экз. землероек и мышевидных грызунов. При анализе временных рядов использовали методы спектрального анализа [Ердаков и др., 1990].

Материалы стационарных исследований обрабатывали с применением гармонического анализа как способа выявления гармонических составляющих (циклов) временных рядов. Для статистических расчетов применены программы Past [Hammer et al., 2001]. Синхронность изменений численности в растительных поясах у красно-серых полевков оценена с помощью коэффициентов ранговой корреляции Спирмена, потому что данные имели распределение, отличающееся от нормального по основным критериям.

Результаты

Ниже обобщены результаты многолетних данных по изменчивости цикличности населения красно-серой полевки в разных ландшафтных поясах горно-тундровых районов центральной части Мурманской области. Распределение видов грызунов и насекомых по высотным поясам Чунатундры и их доля в населении мелких млекопитающих представлены в табл. 1.

Для красно-серой полевки уровни среднелетней численности на разных высотах оказались неодинаковыми (табл. 2). Этот горно-таежный вид [Громов, Поляков, 1977] особенно многочислен в подгольцовом и горно-лесном поясах и менее приурочен в Мурманской области к предгорьям. В установленную закономерность вносят коррективы сезонные изменения численности. Весной, сразу после схода снежного покрова, максимум численности красно-серой полевки зарегистрирован в подножии гор с постепенным уменьшением вверх по склону. К середине лета, на фоне общего роста численности полевков в связи с их размножением, основная часть населения концентрируется в горно-лесном поясе. С наступлением осени красно-серая полевка наибольшей численности достигает в подгольцовом поясе.

Осенью предгорно-лесной пояс по своей биотопической значимости для красно-серой полевки стоит несколько особняком, отличаясь на протяжении всего бесснежного периода стабильно низкой относительной численностью вида. Наибольшим колебанием численности от весны к лету красно-серая полевка подвержена в подгольцовом и горно-лесном поясах — в 3,7 и 3,3 раза соответственно. В биотопах горно-тундрового пояса при численности полевки, равной 12,2 % попаданий, ее лабильность менее выражена. Здесь рост численности грызунов происходит постепенно, достигая максимума только к осени, что является специфической чертой данного пояса, однообразного по своим условиям. Стабильный характер численности красно-серой полевки в верхних поясах гор установлен и на Северном Урале [Большаков, 1972; Бердюгин, Дороватовский, 1979].

Таблица 1

Структура населения мелких млекопитающих в высотном профиле Чунатундры
Лапландского заповедника по данным отловов в давилки и канавки
(индексы доминирования, % в среднем за 1973–1981 гг.)

Вид	Высотный пояс			
	предгорно-лесной	горно-лесной	подгольцовый	горно-тундровый
Обыкновенная бурозубка	8,1	7,4	10,6	1,8
Средняя бурозубка	2,7	4,4	1,4	0,8
Малая бурозубка	1,2	1,6	0	0
Обыкновенная кутора	0,1	0	0	0
Красно-серая полевка	30,7	51,0	32,4	30,5
Рыжая полевка	8,6	12,9	5,4	0,6
Красная полевка	3,6	0,6	0,2	0,2
Норвежский лемминг	33,1	16,8	30,6	51,2
Лесной лемминг	2,8	0,1	0,1	0
Водяная полевка	0,2	0	0	0
Полевка-экономка	7,5	2,5	4,2	0
Темная полевка	1,4	2,7	15,1	14,9

Таблица 2

Сезонные показатели численности красно-серой полевки в высотных поясах
Чуна- и Нявкатундры (среднее за 1976–1981 гг.)

Высотный пояс	Количество ловушко-суток по месяцам			Число добытых зверьков по месяцам						
	VI	VII–VIII	IX	абс.			на 100 ловушко-суток			
				VI	VII–VIII	IX	VI	VII–VIII	IX	VI–IX
Горно-тундровый	360	144	600	21	19	95	5,8	13,2	15,8	12,2
Подгольцовый	480	192	1020	32	48	176	6,7	25,0	17,2	15,1
Горно-лесной	2680	1072	3240	207	273	483	7,7	25,5	14,9	13,8
Предгорно-лесной	360	144	600	28	22	65	7,8	15,3	10,8	10,4
Суммарно по поясам	3880	1552	5460	288	362	819	7,4	23,3	15,0	13,5

Сезонная и ландшафтная динамика красно-серой полевки. Исследована многолетняя динамика и характер цикличности красно-серой полевки на территории Лапландского заповедника по высотным поясам растительности и сезонам года. Выявлены межгодовые колебания обилия, соотношения периодов и их мощности на спектрах таких колебаний. Долговременные наблюдения (1936–2020 гг.) позволили получить показатель обилия полевков, общий для всего склона Чунатундры.

Средняя многолетняя численность по поясам меняется мало. Различия обилия вида в разных поясах статистически недостоверны. Распределение грызунов по высотным поясам почти равномерное (табл. 3). Численность вида наиболее велика в предгорно-лесном поясе (34,1 %), а наименее — в горно-лесном (32,7 %). Подгольцовый пояс по своей биотопической значимости занимает промежуточное положение — 33,2 % (табл. 3). Определено, что в подгольцовом поясе численность полевки выше, чем в нижних поясах. В подгольцовом поясе заметно снижается варьирование численности вида. Можно полагать, что в биотопах этого пояса условия наилучшим образом совпадают с экологическими требованиями вида.

Таблица 3

Среднемноголетние показатели численности красно-серой полевки в высотных поясах Чунатундры (экз. на 1000 ловушко-суток, $n_{\text{лет}} = 63$)

Высотный пояс	n , лет	$M \pm m$, экз.	Σ	Cv , %
Предгорно-лесной	63	174,5 ± 20,91	1165,94	995,09
Горно-лесной	63	167,2 ± 21,65	1171,84	1102,78
Подгольцовый	63	169,7 ± 19,0	1150,82	888,86
Среднее по склону	63	168,2 ± 17,95	1162,66	996,73

В различных высотных поясах горных ландшафтов синхронность наступления популяционных фаз красно-серой полевки полная при наступлении депрессии. Одновременно наступает пик численности. Промежуточные фазы — нарастание и подъем численности — происходят дифференцировано (рис. 1). Анализ спектров межгодовых колебаний обилия красно-серой полевки выявил их незначительное расхождение в горно-тундровом поясе как осенью, так и весной (табл. 4, 5).

Хронограммы многолетней динамики численности в разных поясах мало отличимы между собой (рис. 1). О синхронности хода численности в них говорит и высокий коэффициент ранговой корреляции (табл. 4). Более подробную информацию об особенностях синхронности колебаний численности в разных высотных поясах дает сравнение спектров колебаний численности в них. Визуально спектры колебаний численности красно-серой полевки сходны в поясах (рис. 1). Подавляющая мощность обычно проявлена у 4-летнего периода, вторая по мощности гармоника на спектрах оказывается в 5–8-летней области. Это и проясняет причину высокой достоверности коэффициентов корреляции у многолетней динамики численности полевки. Однако если в предгорно-лесном поясе доминирует по мощности 5-летний ритм численности (рис. 1, II, а), то вверх по склону растет мощность 4-летнего колебания численности (рис. 1, II, б, в). Наблюдается и заметный пик в низкочастотной (10–15-летней) зоне. Различия цикличности в поясах незначительны, их легче выявить при детализации значений периодов и мощностей гармонических составляющих.

При сравнении табличных значений (табл. 5), можно заметить, что спектр меняется с увеличением высоты. В низких частотах (10–20 лет) сокращается период, а в средних (5–7-летних) он сохраняет свое значение. Что касается высокочастотной части спектра, то там, независимо от пояса, присутствуют

одинаковые наборы периодических составляющих (табл. 4). По мощности всегда доминирует ~ 4, 5-летний цикл, однако субдоминирующие частоты в поясах неодинаковы. В подножии склонов заметна мощность в низких частотах. В этих местообитаниях больше зависимость от условий среды. Выше по склону число субдоминирующих циклов уменьшается, и они оказываются близкими по периоду к доминантной гармонической составляющей. По силе воздействия с подъемом начинает преобладать какой-то один фактор, возможно, это температурные колебания. Доминирующий ~ 4-летний ритм характерен для этого вида полевок, он выявлен по всему ее ареалу [Ердаков, Моролдоев, 2018; Hornfeld et al., 2005].

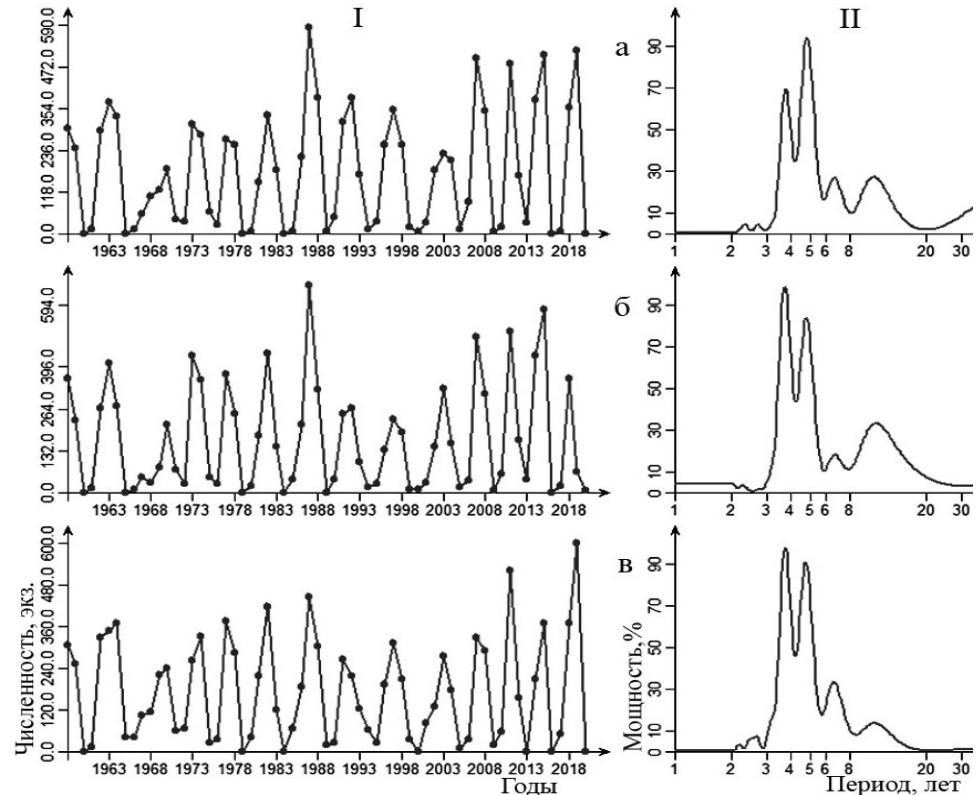


Рис. 1. Хронограммы изменений численности красно-серой полевки в высотных поясах горных ландшафтов Лапландского заповедника (I) и спектры колебаний вида (II). Пояса: а — предгорно-лесной; б — горно-лесной; в — подгольцовый

Таблица 4

Синхронность колебаний численности полевок осенью в высотных поясах Чунатундры (коэффициент Спирмена r)

Высотный пояс	Предгорно-лесной	Горно-лесной	Подгольцовый
Предгорно-лесной	0	0,921	0,913
Горно-лесной	0,921	0	0,908
Подгольцовый	0,913	0,908	0

Примечание. $n = 47 - 2 = 45$; $\alpha \leq 0,05$; $p = 0,294$; $\alpha \leq 0,01$; $p = 0,380$.

Таблица 5

Синхронность колебаний численности полевки весной в высотных поясах
Чунатундры (коэффициент Спирмена ρ)

Высотные пояса	Предгорно-лесной	Горно-лесной	Подгольцовый
Предгорно-лесной	–	–	–
Горно-лесной	0,919	–	–
Подгольцовый	0,935	0,933	–

Во всех поясах как весной, так и осенью динамика многолетней численности красно-серой полевки оказалась строго согласованной ($\alpha \leq 0,01$). Более детально с причинами такой синхронности поможет разобраться сравнение спектров колебаний численности в этих поясах.

Длительные наблюдения, проведенные во всех поясах одновременно весной и осенью, дали возможность оценить сезонную изменчивость хода численности и ее колебаний. Она оказалась значительной (табл. 6). У валовой численности (по всей территории) такие различия достоверно ниже весной (ожидаемый результат); что касается многолетней динамики, то в разные сезоны года ее колебания синхронны (табл. 4, 5). Весной лабильность этих циклов возрастает почти в полтора раза (табл. 7). Выше в это время и выровненность численности в предгорно-лесном и горно-лесном поясах, где она практически идентична.

Таблица 6

Периодические составляющие изменений многолетней динамики численности
красно-серой полевки в горных ландшафтах Лапландского заповедника

Высотные пояса	Период, лет					
	10–15	7–9,9	4,5–6,0	2,8–4,0	2,0–2,7	
Предгорно-лесной	10,6	6,7	4,8	3,7	2,7	2,3
	18,73	18,59	34,89	29,95	7,43	7,40
Горно-лесной	10,8	6,7	4,8	3,7	2,7	2,2
	22,97	16,94	36,57	39,67	4,97	7,31
Подгольцовый	10,6	6,6	4,7	3,7	2,6	2,2
	13,19	20,75	34,33	35,59	9,61	6,13
Общее по поясам	10,6	6,6	4,8	3,7	2,7	2,4
	17,90	19,20	35,96	34,78	6,10	5,81

Примечание. Верхняя цифра — период, лет; нижняя — мощность (амплитуда).

Проведено сравнение статистических показателей численности при равной длине выборки с 1974 по 2020 гг.

Между сезонами средняя численность статистически значимо различается (коэффициент Спирмена $\rho = 0,735$; t -критерий Стьюдента = 3,0, при $p \leq 0,01$). Рассмотрение сезонных изменений в каждом поясе позволяет увидеть одну и ту же картину, сходную с общей для всей территории заповедника (рис. 2, I; 3, II). С помощью сравнения хронограмм выявить сезонные изменения затруднительно. Сравнение же сезонов по цикличности (спектрам колебаний) в каждом поясе несколько проясняет выявленные различия цикличности. Весной в предгорно-лесном поясе наблюдается 5-летний мощный цикл и сопутствующий ему значительный 20-летний (рис. 2, II, a). Осенью доминирующий пик остается в той же частоте, но добавляется почти такой же по мощности 6-летний и пропадает

2-летнее колебание (рис. 3, II, а). Вид спектра от весны к осени меняется. Горно-лесной пояс по популяционной цикличности полевки мало отличается от предгорно-лесного (рис. 2, II, б), и ее осенние изменения примерно те же, но заметно усиливается 10-летняя цикличность (рис. 3, II, б). В подгольцовом поясе изменения сходные, но к осени пропадает 10-летняя периодическая составляющая и возрастает мощность 3-летней.

Таблица 7

Сезонные изменения статистических показателей динамики численности красно-серой полевки в высотных поясах горных ландшафтов заповедника

Высотный пояс		<i>n</i> , лет	$M \pm m$, экз.	Σ	<i>CV</i> , %
Предгорно-лесной	А	47	88,66 ± 16,9	115,86	130,68
	Б	47	182,89 ± 25,59	175,46	95,94
Горно-лесной	А	47	88,89 ± 16,87	115,66	139,12
	Б	47	171,98 ± 26,02	178,36	103,71
Подгольцовый	А	47	76,94 ± 13,39	91,79	119,30
	Б	47	169,09 ± 23,12	158,48	93,73
Среднее по территории	А	47	88,77 ± 16,28	111,63	125,75
	Б	47	178,53 ± 24,99	171,33	95,97

Примечание. А — весной; Б — осенью.

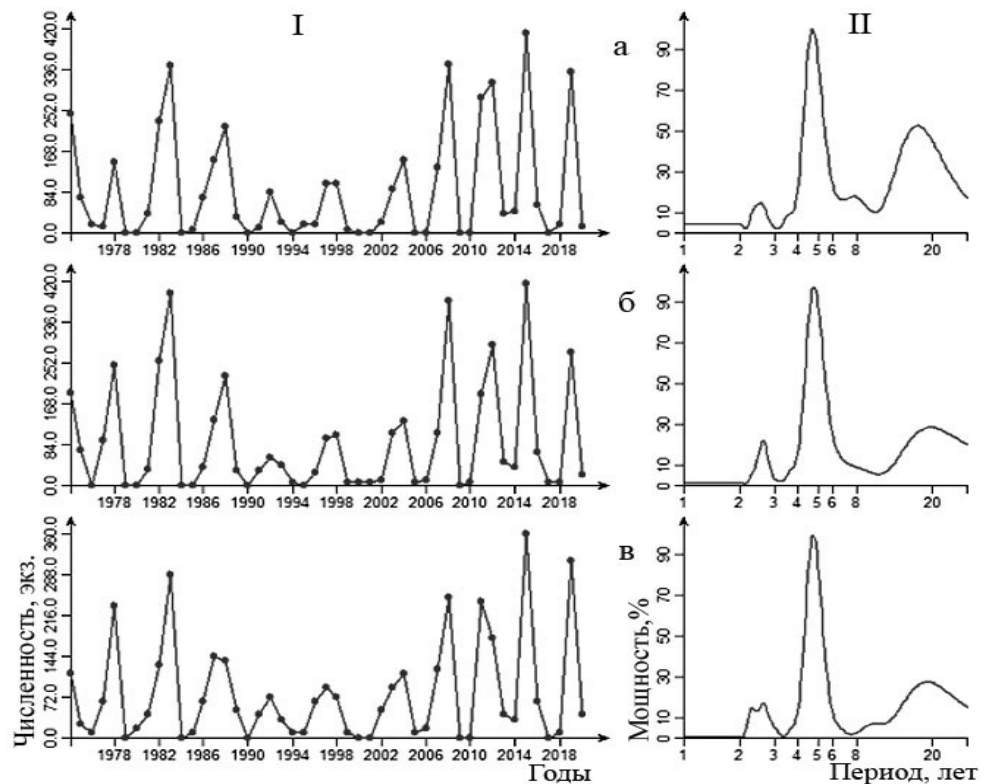


Рис. 2. Изменения численности (I) и спектры ее колебаний (II) населения красно-серой полевки в высотных поясах в Лапландском заповеднике весной: а — предгорно-лесной; б — горно-лесной; в — горно-тундровый

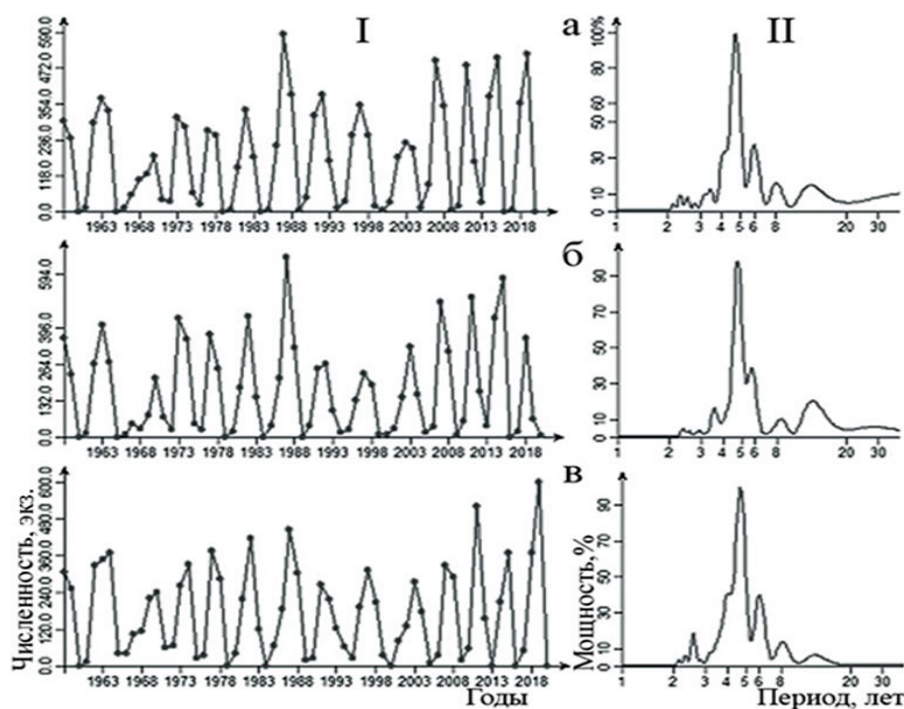


Рис. 3. Изменения численности (I) и спектры ее колебаний (II) населения красно-серой полевки в высотных поясах в Лапландском заповеднике осенью: а — предгорно-лесной; б — горно-лесной; в — подгольцовый

Детальное рассмотрение сезонных изменений в каждом высотном поясе позволяет оценить качественные различия происходящих в них изменений.

Проведено сравнение статистических показателей численности весной и осенью при равной выборке с 1974 по 2020 гг. (табл. 8).

По территории заповедника в целом изменения в спектрах невелики. Соотношение основных мощностей сохраняется, но к осени возрастает число ритмов на спектре. Это относится ко всем поясам. Менее проявлена закономерность в подгольцовом поясе — там сохраняется большее соответствие сезонных спектров колебаний численности. Наиболее характерное сезонное отличие — в весеннее время ни в одном из поясов, ни на территории заповедника в целом не проявляется 3,5-летний цикл, присущий красно-серой полевке при популяционных исследованиях осенью [Ердаков, Моролдоев, 2018].

Популяционную цикличность массового вида мелких млекопитающих можно связать с одним из глобальных климатических циклов — с Североатлантическим колебанием (САК), влияющим на Фенноскандию [Hornfeld et al., 2005]. Это планетарное явление, которое оказывает влияние на климат в северных широтах. Оно может быть датчиком времени для близких по периоду ритмов в популяциях животных. При сопоставлении циклов САК и популяционных циклов численности мелких млекопитающих в Лапландии можно заметить, что синхронизация возможна по многолетним колебаниям численности красно-серой полевки на основе осенних учетных работ. Наиболее точное совпадение периодов выявлено у животных подгольцового пояса.

Таблица 8

Периодические составляющие сезонных изменений динамики численности красно-серой полевки в горных ландшафтах Лапландского заповедника

Высотный пояс	Период, лет					
	10–20	7–9,9	4,0–6,0	2,8–3,9	2,0–2,7	
<i>Весна</i>						
По заповеднику	18,0	–	4,8	–	2,6	–
	17,15		30,28		12,88	
Предгорно-лесной	16,5	7,7	4,7	–	2,5	–
	21,56	11,90	28,41		10,80	
Горно-лесной	19,3	–	4,8	–	2,6	–
	18,38		34,13		16,12	
Подгольцовый	18,3	9,9	4,7	–	2,6	2,3
	13,49	6,62	25,77		10,56	9,85
<i>Осень</i>						
По заповеднику	17,4	–	4,8	3,6	2,7	2,4
	26,21		65,89	20,05	11,96	11,76
Предгорно-лесной	18,0	–	4,8	3,7	2,7	2,4
	1,43		68,96	20,76	9,67	8,03
Горно-лесной	17,1	–	4,8	3,5	–	2,4
	30,05		68,96	20,59		16,99
Подгольцовый	18,3	10,6	4,8	3,5	2,8	2,4
	18,49	15,91	56,85	20,47	14,15	10,86

Примечание. Верхняя цифра — период, лет; нижняя — мощность (амплитуда).

Характеристика обилия и высотно-поясного распределения мелких млекопитающих. Пики численности внутрипопуляционных поясных группировок красно-серой полевки наступают одновременно, и ее динамика в общих чертах синхронна. Однако, как показывают результаты проведенных исследований, популяциям из разных поясов присущи неодинаковые уровни численности, а также темпы их нарастания и снижения (табл. 9). После фаз подъема и пика очередного четырехлетнего (с 1971 г.) популяционного цикла депрессия численности полевков в 1975 г. была наиболее глубокой в горно-тундровом поясе, причем ее дальнейшее падение, за исключением подгольцового пояса, отмечалось в течение всего летнего периода. На следующий год нарастание численности полевков к осени было зарегистрировано только в горно-тундровом и предгорно-лесном поясах, хотя в аналогичной фазе следующего цикла (1980 г.) подобная ситуация наблюдалась во всех поясах, а в подгольцовом слабое увеличение численности отметили уже весной. Общий резкий подъем численности красно-серых полевков произошел в 1977 г. с опережающим темпом в подгольцовом поясе. Именно в этой фазе цикла в горных тундрах полевки осенью становятся многочисленнее, чем летом. В следующем году пика среднелетней численности грызуны достигали в горно-лесном поясе. К осени темп роста популяции резко замедлился, особенно в нижних поясах гор. Популяционный цикл завершился в 1979 г. резким общим спадом численности. Глубокий характер депрессии доминирующего в регионе вида был обусловлен как обострением конкуренции среди полевков, так и усложнением межвидовых отношений в связи с массовым размножением в 1977–1978 гг. норвежских леммингов.

Распределение численности лесных полевок по высотным поясам Чунатундры

Год	Красно-серая полевка				Рыжая полевка				Красная полевка			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1970	101	213	230	181	27	31	0	19	0	0	0	0
1971	39	72	57	56	0	15	0	65	0	0	0	0
1972	33	25	64	41	28	36	0	21	0	0	0	0
1973	310	431	261	334	88	30	8	42	0	0	0	0
1974	279	355	330	321	38	41	16	32	0	0	0	0
1975	61	46	24	44	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	22	26	32	27	0	0	0	0	0	0	0	0
1977	265	374	374	338	47	50	0	32	0	0	0	0
1978	255	247	266	256	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1980	6	20	40	22	6	10	0	5	0	0	0	0
1981	144	180	216	180	50	36	16	34	6	0	8	5
1982	333	441	416	397	0	5	40	15	0	0	8	3
1983	178	144	120	147	0	0	0	0	0	0	0	0
1984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1985	6	41	65	37	6	0	0	2	0	0	0	0
1986	216	215	184	205	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	583	656	443	561	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	385	326	301	337	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	6	0	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	44	41	24	36	0	0	0	0	0	0	0	0

1991	316	247	264	276	0	5	0	2	0	0	0	0
1992	382	267	216	288	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	166	97	121	128	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	11	15	64	30	0	0	0	0	0	5	0	3
1995	33	26	24	28	11	0	0	4	0	0	0	0
1996	250	133	192	192	0	0	0	0	5	5	0	3
1997	350	231	312	298	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	250	190	208	216	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	17	10	32	20	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	6	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	28	31	80	46	0	0	0	0	11	0	0	4
2002	178	144	128	150	5	20	5	10	17	0	0	6
2003	225	328	272	275	17	53	56	42	0	16	8	8
2004	208	154	176	179	0	0	48	16	0	0	0	0
2005	11	15	8	11	12	5	8	8	17	0	0	6
2006	100	31	32	54	61	176	48	95	6	5	8	6
Итого экз. на 1000 лов.-сут	5500	5982	5592	17074	396	493	327	1216	62	31	32	125
Доля, %	32,2	35,0	32,8	100	32,6	40,5	26,9	100	49,6	24,8	25,6	100

Примечание. Растительные пояса: 1 — предгорно-лесной; 2 — горно-лесной; 3 — подгольцовый.

Динамике численности норвежских леммингов свойственна определенная цикличность [Насимович и др., 1948; Окулова, Катаев, 2003; Kalela, 1962]. В Мурманской области преобладают 4-летние циклы [Кошкина, 1967; Миронов, Ермаков, 2018; Kurry-Lindahl, 1980]. Наши наблюдения за ходом численности леммингов проведены одновременно во всех высотных поясах выраженных вершин Чуна- и Нявкатундры, данные обобщены. Самый высокий уровень среднелетней численности норвежских леммингов зарегистрирован в горно-лесном поясе: 39,7 экз. на десять канавко-суток. За ним по обилию животных следуют подгольцовый и горно-тундровый пояса — 26,4 и 25,7 соответственно. Минимальная численность грызунов в среднем за популяционный цикл отмечена в предгорье — 20,8 экз. / 10 кан.-сут. Освоение леммингами склоновых биотопов на разных фазах их популяционного цикла происходит с определенной последовательностью. После периода депрессии, в год начала очередного подъема численности, леммингов в весенне-летний период удавалось зарегистрировать единично лишь в пределах горно-тундрового пояса. Ближе к осени норвежские лемминги регистрировались уже широко по всему склону, но с низкой численностью, за исключением предгорно-лесных биотопов, которые осваиваются этими грызунами наиболее интенсивно в первый год массового размножения.

На следующий год при вступлении в популяционную фазу пика характерен резкий подъем весенне-летней численности леммингов в подгольцовом и верхней части горно-лесного пояса. В год пика численности леммингов ее дальнейший рост происходит в первую половину лета в горно-лесном и горно-тундровом поясах, а во вторую — в подгольцовом поясе, причем в последнем особенно мощно. Второй год массового размножения норвежских леммингов завершается резким падением их численности. В год наступившей депрессии леммингов удается обнаружить лишь в горных тундрах. На приуроченность вида к горам обращал внимание С. И. Огнев [1948].

Численность красно-серой полевки и норвежского лемминга имеет одинаковую частоту колебаний в связи с обитанием в схожих экологических условиях. Их видовая специфичность проявляется в размахе, уровне и степени стабильности численности с учетом вертикального распределения животных. Мозаичность расположения биотопов в пределах горно-тундрового пояса способствует образованию инсулярного типа пространственной структуры [Флинт, 1977]. Леммингам удается сохранять здесь численность, близкую к оптимальному уровню, на протяжении всего популяционного цикла, что характерно для стадий резервации [Наумов, 1963; Шварц, 1980].

Видовая специфика вертикального распределения у насекомоядных землероек выражена нечетко. Периодические компоненты динамики их численности проявляются слабо. На фоне общей полнотности обыкновенная бурозубка чаще других видов насекомоядных встречается в биотопах подгольцового и горно-тундрового поясов. Эти верхние высотные пояса населяет бурозубка обыкновенная, а бурозубки средняя и малая обитают ниже по склонам.

Распределение обыкновенной бурозубки по горно-таежным ландшафтам отличается повсеместным и равномерным характером. Вид обнаружен в 82 % исследованных биотопов, во всех высотных поясах. К числу предпочитаемых стадий следует отнести биотопы верхней границы леса, а также берега водотоков. Для обыкновенной бурозубки на северной границе ареала малоприспособны сосняки лишайниковые с их ограниченным набором защитных условий и, по оценкам

[Ивантер, Макаров, 2001], скудным запасом кормов. Средняя бурозубка — широко распространенный вид, но чаще нами отмечался в пределах горно-лесного пояса. Здесь и в предгорьях этот вид встречается в 3,4 раза чаще, чем в других частях склонов горных массивов. В качестве оптимальных для средней бурозубки следует считать биотопы в чернично-долгомошных и чернично-разнотравных ельниках. Вид населяет также сосняки вересковые и вороничные. В целом средняя бурозубка придерживается большего количества биотопов, чем обыкновенная.

Водяная кутора — стенотопный вид, и в условиях Кольского Севера ее распространение четко ограничивается участками береговой линии предгорно-лесного пояса растительности. Специальные исследования, проведенные ранее [Семенов-Тянь-Шанский, 1982], также указывают на тесную связь вида с приречными ландшафтами.

Заключение

В результате изучения особенностей влияния высотной поясности на показатели обилия и численности популяций мелких млекопитающих, анализа многолетних временных рядов красно-серых полевков и норвежских леммингов, а также синхронных наблюдений за изменением численности грызунов во всех высотных поясах и по сезонам года, была выявлена определенная цикличность динамики популяций изученных видов в зависимости от пояса. Оценка многолетних средних значений численности доминирующего вида — красно-серой полевки — выявила синхронность её изменений во всех поясах при достоверных статистических различиях обилия вида по сезонам.

С помощью анализа временных рядов выявлены основы синхронности колебаний численности полевки по поясам. Пики численности внутривидовых популяционных группировок красно-серой полевки наступают одновременно, и ее динамика в общих чертах синхронна. Однако, как показывают результаты проведенных исследований, внутривидовым группировкам из разных поясов присущи неодинаковые уровни численности, а также темпы их нарастания и снижения. При помощи метода спектрального анализа показано, что для красно-серой полевки весной в предгорно-лесном поясе характерна циклическая составляющая, равная пяти годам. Осенью доминирующий пик остается в той же частоте, но добавляется почти такой же по мощности 6-летний.

Сезонные изменения в каждом высотном поясе оказались сходными с общей ситуацией для территории Лапландского заповедника. Леммингам удается сохранять численность, близкую к оптимальному уровню, на протяжении всего популяционного цикла, преимущественно в пределах горно-тундровых экосистем. Видовая специфика вертикального распределения у землероек выражена нечетко.

Список источников

Бердюгин К. И., Дороватовский С. А. Вертикальное распределение грызунов в горах Северного Урала // Млекопитающие Уральских гор. Свердловск. 1979. С. 4–5.

Большаков В. Н. Пути приспособления мелких млекопитающих к горным условиям. М.: Наука, 1972. 199 с.

Громов И. М., Поляков И. Я. Полевки (Microtinae) // Фауна СССР. Млекопитающие. Т. 3, вып. 8. Л.: Наука, 1977. 504 с.

Ердаков Л. Н., Моролдоев И. В. Циклы в многолетней динамике численности красно-серой полевки *Myodes rufocanus* // Принципы экологии. 2018. Т. 7, № 2. С. 3–16.

Ердаков Л. Н., Савичев В. В., Чернышова Н. Н. Количественная оценка популяционной цикличности у животных // Журнал общей биологии. 1990. Т. 5, вып. 51. С. 661–668.

Ивантер Э. В., Макаров А. М. Территориальная экология землероек-бурозубок. Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. 272 с.

Кошкина Т. В. Взаимоотношения близких видов мелких грызунов и регуляция их численности // Фауна и экология грызунов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1967. Вып. 8. С. 5–27.

Крепс Г. М. Материал к растительности ландшафтов района озера Имандра // Труды Мурманской биол. станции. 1929. Т. 3. 25 с.

Кучерук В. В. Количественный учет важнейших видов вредных грызунов и землероек // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. М., 1952. С. 9–46.

Лавренко Е. М. Основные черты ботанико-географического разделения СССР и сопредельных стран // Проблемы ботаники. 1950. Вып. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР. С. 530–548.

Миронов А. Д., Ердаков Л. Н. Популяционные циклы норвежского лемминга *Lemmus lemmus* L. 1758 в Фенноскандии // Моск. об-во испыт. природы. отд. биол. 2018. Т. 123, вып. 6. С. 12–21.

Насимович А. А., Новиков Г. А., Семенов-Тянь-Шанский О. И. Норвежский лемминг // Фауна и экология грызунов. М.: Изд-во Моск. об-ва испыт. прир. 1948. Вып. 3. С. 203–262.

Наумов Н. П. Экология животных. М.: Высшая школа, 1963. 618 с.

Огнев С. И. Звери СССР и прилежащих стран. Т. 6. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 559 с.

Окулова Н. М., Катаев Г. Д. Многолетняя динамика численности красно-серой полевки (*Clethrionomys rufocanus*, *Microtinae*, *Rodentia*) в разных частях ареала // Зоол. журн. 2003. Т. 82, № 9. С. 1095–1111.

Раменская М. Л. Особенности микроэлементного состава растительности Мончегорского района // Вопросы биогеографии Севера Европейской части СССР. Апатиты, 1972. С. 13–15.

Семенов-Тянь-Шанский О. И. Звери Мурманской области. Мурманск, 1982. 175 с.

Флинт В. Е. Пространственная структура популяций млекопитающих. М.: Наука, 1977. 184 с.

Цинзерлинг Ю. Д. География растительного покрова Северо-Запада Европейской части СССР // Труды Геоморфологического института. 1932. Вып. 4. Л.: АН СССР. 377 с.

Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 277 с.

Юргенсон П. Б. Количественный учет мышевидных грызунов и динамика их численности в различных типах леса // Тр. Центрально-лесного заповедника. 1934. Вып. 2. С. 41–56.

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontol. Electron. 2001. № 4. P. 1–9.

Hornfeld B., Hipkiss T., & Eklund U. Fading out of vole and predator cycles? // R. Soc. Lond. 2005. B. 272. P. 2045–2049.

Kalela O. On the fluctuations in the numbers of arctic and boreal small rodents as a problem of production biology // An. Acad. Scientiarum Fennicae. 1962. Ser A. IV. № 52.
Kurry-Lindahl. Berglemming // Die Neue Brehm-Bucherei. Wittenberg-Lutherstadt. 1980. 140 s.

References

- Berdyugin K. I., Dorovatovskiy S. A.* Vertikal'noye raspredeleniye gryzunov v gorakh Severnogo Urala // Mlekopitayushchiye Ural'skikh gor. Sverdlovsk. 1979. P. 4–5.
- Bolshakov V. N.* Puti prispособleniya melkikh mlekopitayushchikh k gornym usloviyam. M.: Nauka, 1972. 199 p.
- Flint V. E.* Prostranstvennaya struktura populyatsiy mlekopitayushchikh. M.: Nauka, 1977. 184 p.
- Gromov I. M., Polyakov I. Ya.* Polevki (Microtinae) // Fauna SSSR. Mlekopitayushchiye. Vol. 3, Iss. 8. L.: Nauka, 1977. 504 p.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D.* PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontol. Electron. 2001. № 4. P. 1–9.
- Hornfeld B., Hipkiss T., & Eklund U.* Fading out of vole and predator cycles? // R. Soc. Lond. 2005. B. 272. P. 2045–2049.
- Ivanter E. V., Makarov A. M.* Territorial'naya ekologiya zemleroyek-burozubok. Petrozavodsk: PetrGU, 2001. 272 p.
- Kalela O.* On the fluctuations in the numbers of arctic and boreal small rodents as a problem of production biology // An. Acad. Scientiarum Fennicae. 1962. Ser A. IV. № 52.
- Koshkina T. V.* Vzaimootnosheniya blizkikh vidov melkikh gryzunov i regulyatsiya ikh chislenosti // Fauna i ekologiya gryzunov. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1967. Iss. 8. P. 5–27.
- Kreps G. M.* Material k rastitel'nosti landshaftov rayona ozera Imandra // Trudy Murmanskoy biol. stantsii. 1929. Vol. 3. 25 p.
- Kucheruk V. V.* Kolichestvennyy uchet vazhneyshikh vidov vrednykh gryzunov i zemleroyek // Metody ucheta chislenosti i geograficheskogo raspredeleniya nazemnykh pozvonochnykh. M., 1952. P. 9–46.
- Kurry-Lindahl.* Berglemming // Die Neue Brehm-Bucherei. Wittenberg-Lutherstadt. 1980. 140 s.
- Lavrenko E. M.* Osnovnyye cherty botaniko-geograficheskogo razdeleniya SSSR i sopredel'nykh stran // Problemy botaniki. 1950. Iss. 1. M.; L.: Izd-vo AN SSSR. P. 530–548.
- Mironov A. D., Yerdakov L. N.* Populyatsionnyye tsikly norvezhskogo lemminga Lemmus lemmus L. 1758 v Fennoskandii // Mosk. ob-vo ispyt prirody. otd. biol. 2018. Vol. 123, Iss. 6. P. 12–21.
- Nasimovich A. A., Novikov G. A., Semenov-Tyan-Shanskiy O. I.* Norvezhskiy lemming // Fauna i ekologiya gryzunov. M.: Izd-vo Mosk. ob-va ispyt. prir. 1948. Iss. 3. P. 203–262.
- Naumov N. P.* Ekologiya zhivotnykh. M.: Vysshaya shkola, 1963. 618 p.
- Ognev S. I.* Zveri SSSR i prilozhashchikh stran. T. 6. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1948. 559 p.
- Okulova N. M., Katayev G. D.* Mnogoletnyaya dinamika chislenosti krasnoserozoy polevki (*Clethrionomys rufocanus*, Microtinae, Rodentia) v raznykh chastyakh areala // Zool. zhurn. 2003. Vol. 82, No 9. P. 1095–1111.

Ramenskaya M. L. Osobennosti mikroelementnogo sostava rastitel'nosti Monchegorskogo rayona // Voprosy biogeografii Severa Evropeyskoy chasti SSSR. Apatity, 1972. P. 13–15.

Semenov-Tyan-Shanskiy O. I. Zveri Murmanskoy oblasti. Murmansk, 1982. 175 p.

Shvarts S. S. Ekologicheskiye zakonomernosti evolyutsii. M.: Nauka, 1980. 277 p.

Tsinzerling Yu. D. Geografiya rastitel'nogo pokrova Severo-Zapada Yevropeyskoy chasti SSSR // Trudy Geomorfologicheskogo instituta. 1932. Iss. 4. L. 377 p.

Yerdakov L. N., Moroldoyev I. V. Tsikly v mnogoletney dinamike chislennosti krasno-seroy polevki *Myodes rufocanus* // Printsipy ekologii. 2018. Vol. 7, No 2. P. 3–16.

Yerdakov L. N., Savichev V. V., Chernyshova N. N. Kolichestvennaya otsenka populyatsionnoy tsiklichnosti u zivotnykh // Zhurnal obshchey biologii. 1990. Vol. 5, Iss. 51. P. 661–668.

Yurgenson P. B. Kolichestvennyy uchet myshevidnykh gryzunov i dinamika ikh chislennosti v razlichnykh tipakh lesa // Tr. Tsentral'no-lesnogo zapovednika. 1934. Iss. 2. P. 41–56.

Статья поступила в редакцию 25.03.2021; одобрена после рецензирования 15.12.2021; принята к публикации 16.12.2021.

The article was submitted 25.03.2021; approved after reviewing 15.12.2021; accepted for publication 16.12.2021.

Научная статья
УДК 632.937.12
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.046

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИБИНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ *COCCINELLA SEPTEMPUNCTATA* L. (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE)

Наталья Семеновна Рак, Светлана Васильевна Литвинова
*Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
rakntlj@rambler.ru*

Аннотация

Изучены основные биологические характеристики аборигенного энтомофага — коровки семиточечной *Coccinella septempunctata* L. В нескольких поколениях получены данные по важнейшим параметрам: плодовитости, продолжительности преимагинальных стадий развития и жизни имаго при оптимальной температуре. Эти показатели существенно не меняются от поколения к поколению, что позволяет сделать вывод о целесообразности проведения искусственного отбора для формирования маточной лабораторной культуры *C. septempunctata* и включения этого вида в комплекс биологических агентов для защиты оранжерейных растений против вредителей.

Ключевые слова:

Coccinella septempunctata, энтомофаг, биология, циклы развития, тля

Благодарности:

работы выполнены на уникальной научной установке «Коллекции живых растений Полярно-альпийского ботанического сада-института», рег. № 499394» и на уникальной научной установке «Инсектарий Полярно-альпийского ботанического сада-института», рег. № 588532».

Original article

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE Khibiny POPULATION OF *COCCINELLA SEPTEMPUNCTATA* L. (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE)

Natalya S. Rak, Svetlana V. Litvinova
*Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia; rakntlj@rambler.ru*

Abstract

The main biological characteristics of the natural entomophage *Coccinella septempunctata* L. were studied. In several generations, data were obtained on the most important parameters: fecundity, duration of preimaginal stages of development and life of the adult at the optimal temperature. These indicators do not significantly change from generation to generation, which allows us to conclude that it is advisable to conduct artificial selection for the formation of a uterine laboratory culture of *C. septempunctata* and to include it in the complex of biological agents for the protection of greenhouse plants against pests.

Keywords:

Coccinella septempunctata, entomophage, biology, development cycles, aphids

Acknowledgments:

the research was done using large-scale research facilities “The Insectarium of Polar-Alpine Botanical Garden-Institute” (Kirovsk, Russia) reg. No. 588532, and large-scale research facilities “Collections of living plants of the Polar-Alpine Botanical Garden and Institute”, reg. No. 499394.

© Рак Н. С., Литвинова С. В., 2021

Введение

Несмотря на успехи по интродукции, акклиматизации и формированию культур энтомоакарифагов [Рак и др., 2019] для биологической защиты растений против вредителей закрытого грунта на Севере, поиск новых эффективных полезных насекомых продолжается. Для расширения комплекса энтомофагов исследуются ресурсы всех групп полезных организмов региональной фауны.

Целью наших исследований было изучение в лабораторных условиях эколого-биологических особенностей местной популяции *Coccinella septempunctata* L., названной В. П. Семьяновым [1974] «Хибинской», для адаптации ее представителей к существованию в условиях внешней среды и для формирования маточной лабораторной культуры против вредителей в оранжереях Полярно-альпийского ботанического сада-института (ПАБСИ).

C. septempunctata (семиточечная коровка) — наиболее известный из многочисленных видов кокцинеллид. Ареал этого вида простирается от Кольского полуострова на севере до Каракумов на юге [Семьянов, 2006]. Широкому распространению *C. septempunctata* способствуют особенности биологии: полифагия — способность питаться разнообразной пищей животного происхождения (различными видами тлей, личинками трипсов) и использовать растительную пищу, высокая плодовитость, агрессивное поведение жуков и личинок [Тюмасева, Гуськова, 2005; Минияров и др., 2019].

В ПАБСИ с целью расширения комплекса энтомофагов проведены лабораторные исследования возможностей введения в культуру и применения хищных коровок *Cycloneda limbifer* Caseg., *Harmonia axyridis* Pall., интродуцированных из Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (Санкт-Петербург). Отмечена низкая двигательная и поисковая активность жуков. Трехлетние исследования по разведению и содержанию *C. limbifer* и *H. axyridis* показали неперспективность их дальнейшего применения в условиях теплиц Заполярья [Рак и др., 2019], что инициировало поиск новых энтомофагов.

Район и методы исследований

Материалами для настоящего исследования послужили сборы жуков *C. septempunctata* с двух площадок ПАБСИ: город Кировск (питомники), город Апатиты (дендрарий, школа) с июля по сентябрь 2017–2020 гг. Основным методом выборки насекомых был ручной отбор единичных взрослых особей *C. septempunctata* в колониях тли *Macrosiphum rosae* L. на растениях шиповников *Rosa majalis* Herrm., *R. rugosa* Thunb. Яйца и личинки *C. septempunctata* в открытом грунте не обнаружены.

При разведении *C. septempunctata* в лаборатории была использована методика, предложенная Семьяновым [Семьянов, 1974], с нашими модификациями. Кормом служила тля *Macrosiphum rosae*, собранная в природе в летний период, и специально разводимые в инсектарии на различных кормовых растениях виды тлей: *Schizaphis graminum* Rond., *Aphis fabae* Scop., *Myzodes persicae* Sulz., *Neomyzus circumflexus* Buckt.

Для изучения биологии жуков содержали и размножали в лаборатории инсектария в садках и емкостях различных размеров (объем 20, 50, 90 л) в широком диапазоне температур с оптимумом в интервале 20–25 °С.

Плодовитость *C. septempunctata* определяли путем попарного содержания самок и самцов в садках и ежедневного подсчета отложенных яиц. Однодневные яйца содержали в чашках Петри для изучения процесса отрождения личинок. В садках следили за продолжительностью жизненного цикла поколения. Отмечали сроки линьки личинок, начало окукливания, появление имаго, из которых отбирали жуков для следующей генеалогической линии. Все опыты были проведены в трех повторностях.

Морфологическое описание и измерение размеров *C. septempunctata* проводили с использованием бинокулярного и фазово-контрастного микроскопов, фотографирование — камерой Power Shot G12 и фотоаппаратом Canon. Для обработки данных пользовались программой STATISTICA 6.0.

Результаты исследований

Продолжительность преимагинальных стадий развития коровки *C. septempunctata* при температуре + 20 ... + 25 °С составляет $15,1 \pm 0,18$ суток. Фаза яйца длится $3,4 \pm 0,84$ суток, фаза личинки первого возраста — $4,2 \pm 0,44$ суток, второго возраста — $2,7 \pm 0,48$, третьего — $2,6 \pm 0,54$, четвертого — $4,0 \pm 1,73$ суток. Общая продолжительность развития личинки составляет $13,5 \pm 0,8$ суток. Фаза куколки длится $4,1 \pm 0,13$ суток. Лабораторные исследования позволили определить оптимальный температурный режим для содержания *C. septempunctata* без диапаузы на разных стадиях развития: на стадии яйца — + 25 °С, личинок — + 28 °С, куколки — + 28 °С, имаго в период яйцекладки — + 25 °С. На рисунке показано преимагинальное развитие *C. septempunctata*.

Опыты по изучению питания в лабораторных условиях показали, что личинки *C. septempunctata* более эффективны в поедании тлей *Aphis fabae*, *Myzodes persicae*, чем взрослые жуки. Установлено, что прожорливость личинки, как и имаго, находится в прямой зависимости от плотности популяции тлей. При температуре воздуха + 20 ... + 25 °С и постоянном освещении (двадцатичетырехчасовом дне) *C. septempunctata* развивается в течение года без диапаузы и дает десять поколений (табл. 1).

Средняя продолжительность жизни имаго *C. septempunctata* при температуре $25,0 \pm 2,0$ °С составила $88,6 \pm 18,0$ (58–113) суток. Длительность периода яйцекладки — $76,2 \pm 14,6$ (44–93) суток, за это время откладывается $2177,6 \pm 683,7$ (88–3216) яиц. Величина преовипозиционного периода (от выхода из куколки до начала яйцекладки) составляет $12,4 \pm 5,5$ (4–20) суток. Для оценки физиологического состояния лабораторной культуры изучена структура яйцекладок второго, пятого и девятого поколений. По мнению Семьянова [Семьянов, 1997], если в ряду генераций наблюдается увеличение доли кладок с небольшим числом яиц, это свидетельствует об ухудшении физиологического состояния культуры. В наших лабораторных опытах этого не наблюдалось. Доля кладок с небольшим количеством яиц (1–10) составляла от 7 до 20 % (табл. 2). Следовательно, формируемая культура сохраняет природные эколого-биологические показатели. Распределение яйцекладок зависит от возраста самок *C. Septempunctata*: чем взрослее имаго, тем больше доля кладок с наибольшим числом яиц (40–80).



Рис. 1. Жизненный цикл коровки *C. septempunctata*: откладка яиц (*a*), вылупление личинок первого возраста (*б*), личинки второго (*в*), третьего (*г*), четвертого (*д*) возрастов, разновозрастные стадии куколок (*e*), формирование жуков (*з*)

Таблица 1

Продолжительность жизни и плодовитость имаго коровки
C. septempunctata в десяти поколениях

Поколение	Температура, °C	Продолжительность жизни, сутки		Плодовитость, количество яиц, штук	
		поколения	имаго	за поколение	на самку
1	19,8 ± 2,3	23.09.2019 — 21.11.2019	59	176 ± 7,5	88 ± 5,6
2	26,5 ± 1,6	25.10.2019 — 10.01.2020	78	3216 ± 28,8	403,9 ± 24,9
3	25,0 ± 1,8	6.11.2019 — 10.02.2020	97	2265 ± 35,4	237,15 ± 13,4
4	24,5 ± 1,3	27.11.2019 — 2.03.2020	97	2908 ± 30,5	377,67 ± 21,7
5	24,5 ± 1,2	25.12.2019 — 15.04.2020	113	2067 ± 36,2	319,0 ± 10,2
6	24,5 ± 1,1	30.01.2020 — 3.05.2020	95	2029 ± 51,0	311,0 ± 24,0
7	24,8 ± 0,8	30.03.2020 — 6.07.2020	99	2193 ± 44,7	469,3 ± 30,7
8	23,3 ± 2,6	11.05.2020 — 17.08.2020	99	2784 ± 51,4	402,1 ± 15,7
9	21,1 ± 2,5	29.06.2020 — 25.09.2020	91	3118 ± 61,4	455,9 ± 14,8
10	21,0 ± 3,0	17.08.2020 — 12.10.2020	58	1020 ± 20,2	203,0 ± 14,1

Таблица 2

Распределение яйцекладок коровки *Coccinella septempunctata* в разных поколениях

Число яиц в кладке, штук	Доля кладок, % от общего количества								
	2-е поколение			5-е поколение			9-е поколение		
	Месяц яйцекладки								
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
1–10	19,5	16,9	8,1	10	14,2	16,7	16,8	10,3	7,3
11–20	34,2	35,6	37,8	43,3	28,1	12,5	33,5	13,8	23,6
21–30	28,0	25,4	21,6	20,0	23,4	29,1	11,0	27,6	23,6
31–40	14,6	15,2	16,2	23,4	17,2	16,7	11,0	10,3	16,4
41–50	3,7	5,1	5,4	3,3	10,9	12,5	11,0	17,4	14,5
51–60	–	1,8	8,2	–	6,2	12,5	11,0	13,8	1,8
61–70	–	–	2,7	–	–	–	5,7	3,4	7,3
71–80	–	–	–	–	–	–	–	3,4	5,5

Заключение

Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что природный энтомофаг *C. septempunctata* — перспективный вид для биологической защиты оранжерейных растений от вредителей. Очень важно, что формируемая популяция способна размножаться в течение года без диапаузы. Имаго и личинки пластичны,

прожорливы. Продолжительность жизни имаго — $88,6 \pm 18,0$ суток. Плодовитость — $335,5 \pm 103,7$ яиц / самку, отрождение личинок из яиц — $22,2 \pm 13,3$ %, куколок — $20,9 \pm 3,6$ %, жуков $19,4 \pm 3,5$ %. Распределение яйцекладок зависит от возраста самок *C. septempunctata*.

Дальнейшая работа будет направлена на разработку методов размножения и способов применения лабораторной культуры Хибинской популяции *C. septempunctata* для защиты тропических и субтропических растений против вредителей.

Список источников

Миняров Ф. Г., Павлов С. И., Яцкиий А. С. Питание семиточечной коровки *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) на различных стадиях жизненного цикла // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8, № 2 (27). С. 32–36.

Рак Н. С., Жиров В. К., Литвинова С. В., Красавина Л. П. Система триотрофа «растения — фитофаги — энтомофаги». СПб.: Изд-во «Сидосе», 2019. 111 с.

Семьянов В. П. Методика разведения семиточечной коровки // Защита растений. 1974. № 6. С. 32.

Семьянов В. П. Некоторые результаты и перспективы применения тропических видов кокцинеллид (Coleoptera, Coccinellidae) для борьбы с тлями в теплицах // Энтомологическое обозрение. 1997. Т. 76, вып. 2. С. 467–472.

Семьянов В. П. О смене стадий у кокцинеллид-афидофагов (Coleoptera, Coccinellidae) // Энтомологическое обозрение. 2006. Т. 85, вып. 1. С. 35–38.

Тюмасева З. И., Гуськова Е. В. Эколого-биологическая характеристика Уральской популяции *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) // Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах: Матеріали III Міжнародної конференції. Днепропетровск: Вид-во ДНУ, 2005. С. 311–314.

References

Miniyarov F. G., Pavlov S. I., Yaitskiy A. S. Pitaniye semitochechnoy korovki *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) na razlichnykh stadiyakh zhiznennogo tsikla // Samarskiy nauchnyy vestnik. 2019. Vol. 8, No 2 (27). P. 32–36.

Rak N. S., Zhiron V. K., Litvinova S. V., Krasavina L. P. Sistema triotrofa «rasteniya — fitofagi — entomofagi». SPb.: Izd-vo «Sidose», 2019. 111 p.

Semyanov V. P. Metodika razvedeniya semitochechnoy korovki // Zashchita rasteniy. 1974. No 6. P. 32.

Semyanov V. P. Nekotoryye rezul'taty i perspektivy primeneniya tropicheskikh vidov koktsinellid (Coleoptera, Coccinellidae) dlya bor'by s tlyami v teplitsakh // Entomologicheskoye obozreniye. 1997. Vol. 76, Iss. 2. P. 467–472.

Semyanov V. P. O smene statsiy u koktsinellid-afidofagov (Coleoptera, Coccinellidae) // Entomologicheskoye obozreniye. 2006. Vol. 85, Iss. 1. P. 35–38.

Tyumaseva Z. I., Guskova E. V. Ekologo-biologicheskaya kharakteristika Ural'skoy populyatsii *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) // Biopiznomanittya ta rol' zootsenozu v prirodnikh i antropogennikh yekosistemakh: Materiali III Mizhnarodnoii konferentsii. Dnepropetrovsk: Vid-vo DNU, 2005. P. 311–314.

Статья поступила в редакцию 28.05.2021; одобрена после рецензирования 08.08.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 28.05.2021; approved after reviewing 08.08.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 632.937.12
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.047

ПРИРОДНЫЕ АФИДОФАГИ В АГРОЦЕНОЗАХ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Светлана Васильевна Литвинова, Наталья Семеновна Рак
*Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н. А. Аврорина
Кольского научного центра Российской академии наук, Кировск, Россия;
litvinvasvetlana203@rambler.ru*

Аннотация

Впервые на территории Полярно-альпийского ботанического сада в дендрологических коллекциях обнаружены, определены и описаны природные афидофаги из сем. Coccinellidae (Coleoptera) — семь видов, сем. Aphidiidae (Hymenoptera) — три вида, сем. Aphelinidae — один вид, сем. Cecidomyiidae (Diptera) — один вид. Анализ трофических связей позволил определить пищевую специализацию природных энтомофагов.

Ключевые слова:

дендрологические коллекции, природные афидофаги, тли, трофические связи

Благодарности:

авторы благодарны за консультации и определение видового состава кокциnellид (Coleoptera, Coccinellidae) и афидиид (Hymenoptera, Aphidiidae) специалисту по систематике жесткокрылых Б. А. Коротяеву (Зоологический институт Российской академии наук, Санкт-Петербург) и специалисту — систематику перепончатокрылых насекомых Е. М. Давидьян (Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург). Работы выполнены на уникальной научной установке «Коллекции живых растений Полярно-альпийского ботанического сада-института», рег. № 499394» и на уникальной научной установке «Инсектарий Полярно-альпийского ботанического сада-института», рег. № 588532».

Original article

NATURAL APHIDOPHAGES IN AGROCENOSSES OF DENDROLOGICAL COLLECTIONS OF THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE

Svetlana V. Litvinova¹, Natalya S. Rak²
*Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Centre
of the Russian Academy of Sciences, Kirovsk, Russia;
litvinvasvetlana203@rambler.ru*

Abstract

For the first time on the territory of the Polar-Alpine Botanical Garden in the agrocenoses of dendrological collections, natural aphidophages were discovered, identified and described — Coccinellidae (Coleoptera) — 7 species, Aphidiidae (Hymenoptera) — 3 species, Aphelinidae — 1 species, Cecidomyiidae (Diptera) — 1 species. Analysis of trophic relationships allowed us to determine the food specialization of natural entomophages.

Keywords:

dendrological collections, natural aphidophages, aphids, trophic links

Acknowledgments:

the authors are grateful for the consultation and determination of the species composition of Coccinellidae (Coleoptera, Coccinellidae) and aphidiids (Hymenoptera, Aphidiidae) to B. A. Davidian (All-Russian Research Institute of Plant Protection, St. Petersburg). The research was done using large-scale research facilities “The Insectarium of Polar-Alpine Botanical Garden-Institute” (Kirovsk, Russia) reg. No. 588532.

Введение

При энтомологических обследованиях дендрологических коллекций Полярно-альпийского ботанического сада-института (ПАБСИ) впервые были сделаны интересные находки природных рас паразитов и хищников в очагах распространения тлей (Homoptera, Aphidoidea). Большинство тлей питается на листьях и молодых побегах, образуя большие группы или колонии. Они вызывают изменения частей растений, проявляющиеся в виде скручивания листьев, деформации побегов, а иногда и в образовании черешковых или листовых галлов. Ущерб от этих сосущих насекомых может быть очень значительным, кроме того, поврежденные тлями растения становятся более восприимчивыми к болезням. В открытом грунте афидофаги способны заметно сократить численность вредителей. Работы по выявлению и определению природных афидофагов в ПАБСИ ранее не проводились.

Цель работы — поиск и определение природных афидофагов на территории ПАБСИ.

Объекты и методы

Исследования проведены в 2016–2020 гг. в ПАБСИ — в городе Кировске, заповедная зона (67°39'05" с. ш., 33°40'20" в. д., 387 м над уровнем моря) и на экспериментальном участке под городом Апатиты (67°56'41" с. ш., 33°40'31" в. д., 175 м над уровнем моря).

Объекты исследования — природные энтомофаги (хищники и паразиты) в очагах распространения тлей.

Сбор насекомых проводили с начала распускания до опадения листвы методом маршрутного обследования два раза в месяц. В полевом дневнике регистрировали данные о месте и дате находки, кормовых растениях вредителей. Объекты фиксировали в пробирках Эппендорфа с 70 %-м спиртом, раскладывали на ватные диски в энтомологические конверты, фотографировали. Консервацию насекомых для составления коллекций проводили по общепринятой методике [Осмоловский, 1964]. Идентификацию биологического материала осуществляли с помощью электронных определителей, атласов и справочной литературы [Бей-Биенко, 1965; Давидьян, 2009; Давидьян, Хумала, 2017; Тобиас, Кириак, 1986; Компьютерный...; Атлас...]. Определения кокцинеллид подтверждены Б. А. Коротяевым (Зоологический институт Российской академии наук, Санкт-Петербург), наездников — Е. М. Давидьян (Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург). Классификация насекомых представлена по Бей-Биенко [Бей-Биенко, 1971]. Номенклатура родов и видов растений приведена по World Flora Online. Для микроскопических исследований использовали микроскопы: бинокулярный и фазово-контрастный «Биомед МС-1Стере».

Результаты и обсуждение

В результате энтомологического обследования территорий ПАБСИ впервые обнаружены, определены и описаны природные афидофаги из сем.: Coccinellidae (божьи коровки), Aphidiidae (тлёвые наездники), Aphelinidae, Cecidomyiidae (галлицы).

Отряд Coleoptera, сем. Coccinellidae (рис. 1)

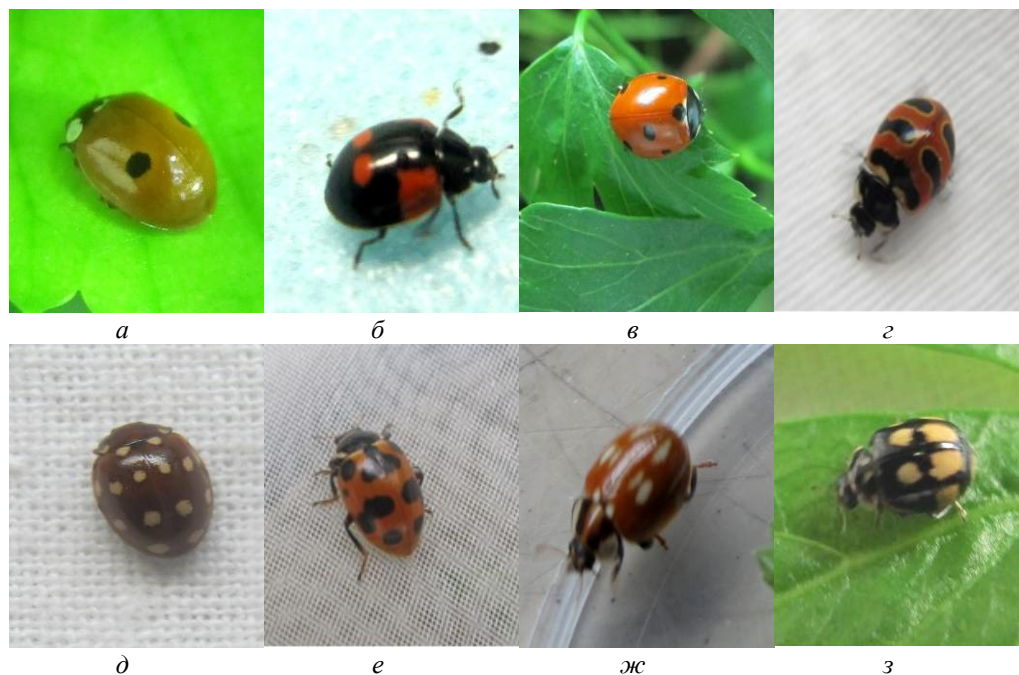


Рис. 1. Представители сем. *Coccinellidae*: *Adalia bipunctata* с красной (а) и черной (б) окраской крыльев, *Coccinella septempunctata* (в), *Coccinella trifasciata* (г), *Calvia quatuordecimguttata* (д), *Hippodamia septemmaculata* (е), *Myzia oblongoguttata* (ж), *Propylea quatuordecimpunctata* (з)

Adalia bipunctata L. — коровка двухточечная. Город Кировск, древесно-кустарниковый питомник, июль — на *Rosa majalis* Herrm., *R. rugosa* Thunb.; заповедная зона ПАБСИ, июль — *Betula pubescens* Ehrh. в двух разновидностях, имеющих красную и черную окраски крыльев. Город Апатиты, дендрарий, август — *Padus avium* Mill., *R. nitida* Bess.

Coccinella septempunctata L. — коровка семиточечная. Город Кировск, древесно-кустарниковый питомник, июль — на *Rosa majalis*, *R. nitida*, *R. rugosa*, *Padus avium*. Город Апатиты, дендрарий, июль — *Padus avium*; август — *P. avium*, *Rosa davidii* Среп., *R. laxa* Retz.

Coccinella trifasciata L. — коровка трехполосая. Город Кировск, древесно-кустарниковый питомник, июнь — на *Padus avium*; июль — *Rosa rugosa*; август — *P. avium*.

Calvia quatuordecimguttata L. — кальвия четырнадцатиточечная. Город Кировск, заповедная зона, июль — на *Alchemilla vulgaris* L., *Rosa* spp., *Betula* spp.; август — *Delphinium peregrinum* L., *Salix* spp.

Hippodamia septemmaculata De Geer — коровка семипятнышковая. Город Кировск, древесно-кустарниковый питомник, июль — *Rosa majalis*, *R. rugosa*, *Padus avium*.

Myzia oblongoguttata L. — коровка штриховатоточечная. Город Кировск, экспозиция флоры Алтая, июнь — *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sibirica* Du Tour.; заповедная зона, август — *Betula* spp.

Propylea quatuordecimpunctata L. — коровка четырнадцатиточечная. Город Кировск, древесно-кустарниковый питомник, июль — *Padus avium*.

Отряд Hymenoptera

Сем. Aphidiidae (рис. 2)

Aphidius rosae Haliday — афидиус розанный. Город Кировск, древесно-кустарниковый питомник, август, сентябрь — *Rosa rugosa*, *R. majalis*; гшород Апатиты, дендрарий, май, июнь — *Rosa amblyotis* C. A. Mey., *R. glauca* Pourg., *R. laxa*; коллекционный питомник, июнь — *R. majalis*, июль, август — *R. nitida*, *R. rugosa*, *R. sherardii* Davies., *R. virginiana* Herm.

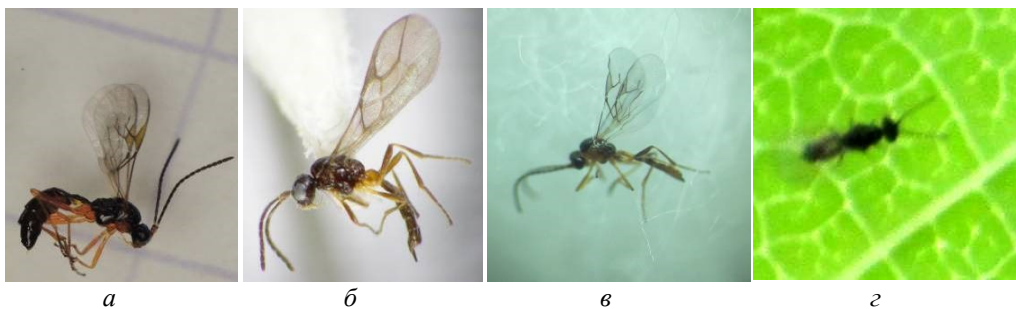


Рис. 2. Представители сем. Aphidiidae: *Aphidius rosae* (а); *Ephedrus* spp. (б), *Praon spinosum* (в); сем. Aphelinidae — имаго *Aphelinus* spp. (г)

Ephedrus sp. — эндопаразит. Город Апатиты, коллекционные питомники, июль — *Rosa* spp.

Praon spinosum — паразитоид тлей. Город Апатиты, дендрарий, «древесная школа», август — *Rosa* spp.

Сем. Aphelinidae

Aphelinus sp. — афелинус. Город Апатиты, дендрарий, «древесная школа», июль — *Padus asiatica* Kom., *P. avium*.

Отряд Diptera, сем. Cecidomyiidae

Aphidoletes aphidimyza Rondani — хищная галлица афидимиза. Город Апатиты, коллекционные питомники, июль, август, сентябрь — *Rosa amblyotis*, *Rosa* sp., *R. majalis* (рис. 3).



Рис. 3. *Aphidoletes aphidimyza*: имаго (а), личинки (б), шкурки *Macrosiphum rosae* (в)

Анализ трофических связей позволил определить пищевую специализацию природных энтомофагов в заповедной зоне и дендрологических коллекциях ПАБСИ (табл. 1).

Таблица 1

Трофические связи афидофагов в ПАБСИ

Вид афидофага	Вид тли
Coleoptera, Coccinellidae	
<i>Adalia bipunctata</i>	<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758) <i>Macrosiphum rosae</i> (Linnaeus, 1758) <i>Euceraphis punctipennis</i> (Zetterstedt 1828)
<i>Coccinella septempunctata</i>	<i>Macrosiphum rosae</i> <i>Rhopalosiphum padi</i> <i>Euceraphis punctipennis</i>
<i>Coccinella trifasciata</i>	<i>Macrosiphum rosae</i> , <i>Rhopalosiphum padi</i>
<i>Calvia quatuordecimguttata</i>	<i>Macrosiphum rosae</i> <i>Aphis farinosa</i> (J.F. Gmelin, 1790) <i>Euceraphis punctipennis</i>
<i>Hippodamia septemmaculata</i>	<i>Macrosiphum rosae</i> <i>Rhopalosiphum padi</i>
<i>Myzia oblongoguttata</i>	<i>Cinara pinea</i> (Mordvilko, 1895) <i>Euceraphis punctipennis</i>
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	<i>Rhopalosiphum padi</i>
Hymenoptera, Aphidiidae	
<i>Aphidius rosae</i>	<i>Macrosiphum rosae</i>
<i>Ephedrus sp</i>	<i>Macrosiphum rosae</i>
<i>Praon spinosum</i>	<i>Macrosiphum rosae</i>
Hymenoptera, Aphelinidae	
<i>Aphelinus sp.</i>	<i>Rhopalosiphum padi</i>
Diptera, Cecidomyiidae	
<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	<i>Macrosiphum rosae</i>

Заключение

В результате энтомологического обследования заповедной зоны и коллекционных питомников ПАБСИ впервые обнаружены, определены и описаны природные афидофаги тлей из сем.: Coccinellidae (семь видов), Aphidiidae (три вида), Aphelinidae и Cecidomyiidae (по одному виду). Полученные данные вносят существенный вклад в познание биологического разнообразия фауны Мурманской области, способствуют уточнению северных границ ареалов распространения насекомых и открывают новые возможности в направлении биологической защиты растений.

Список источников

Атлас божьих коровок (Coccinellidae) России. URL: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/Rus/atl_coc.htm (дата обращения: 15.10.2020).

Бей-Биенко Г. Я. Жесткокрылые и веерокрылые // Определитель насекомых европейской части СССР. В 5 т. М.; Л.: Наука, 1965. Т. II. 622 с.

Бей-Биенко Г. Я. Общая энтомология. М.: Высшая школа, 1971. 478 с.

Давидьян Е. М. Афиидиды (Hymenoptera, Aphidiidae) России и сопредельных территорий. автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2009. 19 с.

Давидьян Е. М., Хумала А. Э. Наездники Афиидиды (Hymenoptera, Aphidiidae) Мурманской области и Карелии // XV Съезд Русского энтомологического общества. Материалы съезда. 2017. С. 147–148.

Компьютерный цифровой атлас-определитель насекомых-вредителей лесных древесных пород средней полосы России / А. С. Боголюбов [и др.]. URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/guides/09insects.htm> (дата обращения: 10.11.2020).

Осмоловский Г. Е. Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними. М.: Россельхозиздат, 1964. 203 с.

Тобиас В. И., Кирьяк И. Г. Семейство Aphidiidae — Афиидиды. Определитель насекомых европейской части СССР. М.: Наука, 1986. Т. 3, ч. 5. С. 232–283.

WFO (2021): World Flora Online [Электронный ресурс]. URL: <http://www.worldfloraonline.org>. (дата обращения: 25 марта 2021).

References

Atlas bozh'ikh korovok (Coccinellidae) Rossii. URL: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/Rus/atl_coc.htm (date accessed: 15.10.2020).

Bey-Biyenko G. Ya. Obshchaya entomologiya. M.: Vysshaya shkola, 1971. 478 p.

Bey-Biyenko G. Ya. Zhestkokrylyye i veyerokrylyye // Opredelitel' nasekomykh yevropeyskoy chasti SSSR. V 5 t. M.; L.: Nauka, 1965. Vol. II. 622 p.

Davidyan E. M. Afidiidy (Hymenoptera, Aphidiidae) Rossii i sopredel'nykh territoriy. avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. SPb., 2009. 19 p.

Davidyan E. M., Khumala A. E. Nayezniki Afidiidy (Hymenoptera, Aphidiidae) Murmanskoy oblasti i Karelii // XV S"yezd Russkogo entomologicheskogo obshchestva. Materialy s"yezda. 2017. P. 147–148.

Komp'yuternyy tsifrovoy atlas-opredelitel' nasekomykh-vrediteley lesnykh drevesnykh porod sredney polosy Rossii / A. S. Bogolyubov [i dr.]. URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/guides/09insects.htm> (date accessed: 10.11.2020).

Osmolovskiy G. E. Vyyavleniye sel'skokhozyaystvennykh vreditel'ey i signalizatsiya srokov bor'by s nimi. M.: Rossel'khozizdat, 1964. 203 s. Tobias V. I., Kiriyak I. G. Semeystvo Aphidiidae — Afidiidy. Opredelitel' nasekomykh yevropeyskoy chasti SSSR. M.: Nauka, 1986. Vol. 3, part. 5. P. 232–283.

WFO (2021): World Flora Online [Elektronnyy resurs]. URL: <http://www.worldfloraonline.org>. (date accessed: 25 marta 2021).

Статья поступила в редакцию 28.05.2021; одобрена после рецензирования 10.06.2021; принята к публикации 24.08.2021.

The article was submitted 28.05.2021; approved after reviewing 10.06.2021; accepted for publication 24.08.2021.

Научная статья
УДК 504.55.06:521.16:550.34.01:551.24
doi:10.37614/2307-5252.2021.6.12.9.048

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАССЛОЕНИЯ ПОРОД ВНЕШНЕЙ ЗЕМНОЙ ОБОЛОЧКИ ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН (ГИС) И В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Вадим Леонидович Ильченко

Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, Россия; vadim@geoksc.apatity.ru

Аннотация

Работа направлена на изучение природы тектонического расслоения корово-мантийной оболочки Земли. Тектоническое расслоение пород земной поверхности маркируют ритмичные системы трещин, что позволяет измерять длины мод расслоения с проведением модельных расчётов. Эксперимент по измерению мощности элементов тектонического расслоения в обнажениях горных пород Хибинского массива с применением результатов измерений в модели тектонического расслоения земной корово-мантийной оболочки в этом районе подтвержден результатами сейсмологических работ.

Ключевые слова:

механизм тектонического расслоения, «конечные» моды, модели, внешняя оболочка Земли, Хибины

Благодарности:

работа выполнена в рамках государственного задания Геологического института Кольского научного центра Российской академии наук по теме научно-исследовательской работы № 0226-2019-0052.

Original article

CONSTRUCTION OF MODELS OF TECTONIC LAYERING OF ROCKS OF THE OUTER EARTH'S SHELL ACCORDING TO GEOPHYSICAL SURVEY OF WELLS (GSW) AND IN THE FIELD

Vadim L. Il'chenko

Geological Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia; vadim@geoksc.apatity.ru

Abstract

The tectonic layering of the crust-mantle shell of the Earth has been studied. The tectonic layering of the earth's surface rocks marks the rhythmic systems of cracks, which makes it possible to measure the length of the stratification modes with model calculations. The experiment to measure the thickness of the elements of tectonic layering in the outcrops of rocks of the Khibiny massif using the results of measurements in the model of tectonic layering of the earth's crust-mantle shell in this area, was confirmed by the results of seismological work.

Keywords:

models and mechanism of tectonic layering, "final" modes, outer shell of the Earth, Khibiny massif

Acknowledgments:

this study was carried out as part of government contracts of Geological Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (0226-2019-0052).

© Ильченко В. Л., 2021

Введение

Строение внешней оболочки Земли (земной коры и верхней мантии, до глубин ≈ 600 км) изучают путём глубинного сейсмологического профилирования с применением мирных ядерных взрывов [Павленкова, Павленкова, 2014]. При этом определение «мирный» не следует трактовать как «безобидный», «безопасный» или «безвредный» [Яблоков, 2009]. Альтернативой современной глубинной сейсмологии представляется новое научное направление — волновая геодинамика.

Термин «волновая геодинамика» родился из представления о внешней корово-мантийной оболочке (КМО) Земли как о регулярной колебательной системе с внешним источником энергии (гравитация Луны), вызывающим возмущение или волну твёрдого прилива, под чей контроль попадают все геодинамические процессы. В этом и состоит рабочая версия подготовки пород к тектоническому расслоению. После ухода источника возмущения (Луны) из «зенита», это возмущение трансформируется в своеобразную стоячую волну, которая, ввиду отсутствия источника возмущения, сразу переходит в режим затухания с развитием в колеблющейся среде системы из множества неподвижных точечных узлов стоячей волны, куда, по-видимому, отжимается часть напряжений из вещества в зонах колеблющихся пучностей стоячей волны с превращением этих узловых точек в компактные концентраторы избыточно высоких напряжений. Порядок развития системы узлов состоит в том, что по мере расхода энергии в середине стоячей волны (воображаемой «струны» длиной λ_0) возникает неподвижный узел; волна делится пополам — на две полуволны λ_1 : $\lambda_0 / 2 = \lambda_1$. Затем на этих половинках (λ_1) возникают новые узлы, которые также делят их пополам с появлением более коротких волн (мод): $\lambda_1 / 2 = \lambda_2$ — и так далее. Весь этот процесс «бесконечного» деления описывается формулой $\lambda_n = \lambda_0 / 2^n$. По точно такому же принципу развивается система из множества неподвижных узловых точек, создающая условия для ритмичного тектонического расслоения вещества внешней оболочки Земли. В первой же «рабочей» модели тектонического расслоения земной коры Печенгского блока [Ильченко, 2012] результаты граничных расчётов (глубины тектонических границ) совпали с фактическими данными при сравнительном анализе «динамического» состояния пород в разрезе Кольской сверхглубокой скважины на ≈ 74 %, что подтвердило верность формулы механизма тектонического расслоения:

$$M_n = M_0 / 2^n, \quad (1)$$

M_n — мощность элемента расслоения; M_0 — мощность земной коры; n — номер элемента расслоения (№ моды). Эта формула работает и «в обратную сторону»:

$$M_0 = M_n \cdot 2^n, \quad (2)$$

т. е. M_0 вычисляется по длине «конечной моды» M_k ($M_k = M_n$), которую можно измерить на каротажных кривых (ГИС), отражающих динамическое состояние пород по скважине (кавернозность, пористость, удельное электрическое сопротивление и др.) в структурно и петрографически однородных слоях как расстояние между двумя соседними пиками; номер моды n определяется сравнением длины конечной моды M_k с расчётными «эталонными» данными из специальной таблицы [Ильченко, 2012, 2018 и др.] (табл. 1).

Для определения «границ» гравитационного влияния лунной массы на КМО Земли постулирован принцип эквивалентности гравитирующих масс (ЭГМ): гравитационное взаимодействие небесных тел создает в каждом из них

возмущение — приливную волну, чья масса эквивалентна массе источника возмущений, т. е. масса вещества в «границах» области приливного возмущения равна массе источника возмущения, а размер (радиус) этой приливной области зависит только от средней плотности вещества в ее составе (вдоль радиуса).

Волну твердого прилива в КМО Земли вызывает лунная гравитация, значит, масса вещества в составе пары земных приливных волн-антиподов равна массе источника возмущений — Луны. Масса $m = V\rho$ зависит от объема V и плотности ρ ; объем планеты в форме шара: $V = 4\pi r^3/3$ (r — радиус). Тогда радиус волны лунного прилива на Земле:

$$R_{\text{лпв}} = \sqrt[3]{3M_{\text{л}}/4\rho_{\text{ЗКМО}}} ; \quad (3)$$

подставим в эту формулу значение массы Луны $M_{\text{л}} = 7,35 \cdot 10^{22}$ кг [Ранцини, 2004], $\pi = 3,14$, среднюю плотность КМО Земли (т. е. земной коры, верхней и средней мантии) $\rho_{\text{ЗКМО}} \approx 4,5$ г / см³ и найдем радиус лунного прилива на Земле: $R_{\text{лпв}} \approx 1,58 \cdot 10^3 \approx 1600$ км. Регулярное приливо-волновое воздействие за период существования Луны ($T \approx 4,5 \cdot 10^9$ лет) привело к тектоническому расслоению КМО с обособлением Главной колебательной системы (слоя ГКС мощностью $R_{\text{лпв}} = M_{\text{ГКС}} \approx 1600$ км) с ритмичным тектоническим расслоением, фрактальным строением и переменной латеральной мощностью (по причине вариаций плотности вещества ρ в пространстве слоя ГКС). Этот радиус $R_{\text{лпв}}$ также можно вычислить и по более простой (чем формула (3)) формуле:

$$R_{\text{пр.}} = r_{\text{л}} \cdot \rho_{\text{л}} / \rho_{\text{пр.}} \quad (4)$$

($r_{\text{л}}$ — радиус Луны; $\rho_{\text{л}}$ — средняя плотность лунного вещества; $\rho_{\text{пр.}}$ — плотность приливной области), если величина $\rho_{\text{пр.}}$ известна. Луна всегда повёрнута к Земле одной стороной, поэтому произведение: $\rho_{\text{л}} \cdot r_{\text{л}} = \text{const}$.

Одна из Нобелевских премий 2017 г. была присуждена за фиксацию с помощью интерферометра LIGO гравитационной волны амплитудой $A = 10^{-18}$ м, якобы вызванной «слиянием» двух чёрных дыр (или нейтронных звёзд), которое произошло $\approx 1,3$ млрд лет назад [Понятов, 2017; и др.] (полагая скорость гравитационных волн равной скорости света, это случилось на расстоянии $R \approx 1,3$ млрд световых лет от Земли!).

Средняя мощность слоя ГКС $M_{\text{ГКС}} \approx 1600$ км, превышение земной поверхности в волне твёрдого прилива: $h \approx 0,5$ м [Авсюк, 1996; и др.]; итог гравитационного возмущения — упругое растяжение «струны» в виде радиуса области прилива (средний радиус $H = M_{\text{ГКС}}$). Деформация растяжения этой «струны»: $\Delta h = h / H = 0,5 \text{ м} / 1600000 \text{ м} = 3,125 \cdot 10^{-7}$: это для каждого метра в «струне». Если средний размер атома $r_{\text{а}} \approx 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$, то $1 \text{ м} = 10^{10} \text{ \AA}$ представляет собой цепочку из $N \approx 10^{10}$ атомов. Таким образом, отношение удлинения радиуса к числу атомов в цепочке даёт «деформацию растяжения» одного атома: $\Delta h_{\text{а}} = 3,125 \cdot 10^{-7} / 10^{10} = 3,125 \cdot 10^{-17} \text{ м}$. Это число отличается от амплитуды «нобелевской» волны с $A = 10^{-18} \text{ м}$ всего на один порядок. Но, поскольку радиус иона обычно меньше атомного (часто в разы), а плотность мантийного вещества (за счёт гигантских давлений на глубине) испытывает существенные изменения (в минеральных структурах возникают другие типы плотнейших атомных упаковок [Пушаровский, Пушаровский, 1998]), данное отличие также легко объясняется. В общем, порядки измеренного на интерферометре LIGO и вычисленного выше из принципа ЭГМ значения амплитуд гравитационной волны практически совпадают, что следует

рассматривать как ещё одно подтверждение верности принципа ЭГМ (и, видимо, как подтверждение «квантовой» природы в основе этого принципа).

Эксперимент, подтверждающий возможность построения моделей тектонического расслоения фрагментов внешней земной оболочки в полевых условиях (на примере Хибинского массива)

Выше представлена идеология и метод построения моделей тектонического расслоения пород внешней КМО по результатам скважинной геофизики (ГИС), т. е. по графикам, отражающим динамическое состояние пройденных скважиной пород в разрезе.

Итак, радиус волны твёрдого лунного прилива (глубина влияния лунной гравитации на земные недра) зависит от плотности пород $\rho_{\text{пр}}$ вдоль радиуса области лунно-приливного возмущения, проведённого из её вершины на земной поверхности к центру Земли. Этот радиус $R_{\text{пр}}$ удобней вычислять по формуле (4): $R_{\text{пр}} = r_{\text{л}} \cdot \rho_{\text{л}} / \rho_{\text{пр}}$ ($r_{\text{л}}$ — радиус Луны; $\rho_{\text{л}}$ — средняя плотность лунного вещества). Как было показано выше, средний радиус волны лунного прилива на Земле $R_{\text{пр}} \approx 1600$ км.

Механизм расслоения внешней земной оболочки как колебательной системы описывается формулой (1): $M_k = M_0 \cdot 2^{-n}$, M_k — мощность элемента (моды) расслоения; n — номер моды (0, 1, 2 ..., целые числа), $M_0 = R_{\text{пр}}$ — мощность Главной колебательной системы (слой ГКС). Этот механизм также позволяет вычислять среднюю плотность вещества в составе слоя ГКС (зная размер M_0) по формуле: $\rho_{\text{пр}} = \rho_{\text{л}} \cdot r_{\text{л}} / M_0$ и вероятное глубинное положение всех границ тектонического расслоения (концентраторов избыточно высоких напряжений) с вполне удовлетворительной точностью.

Как сказано выше, длину M_0 можно получить обратным пересчётом из длины «конечной» моды M_k по формуле (2). Длина моды M_k измеряется на графиках каротажных работ — ГИС в петрографически однородном интервале (расстояние между соседними пиками, например породные вывалы, на кавернограмме или другой каротажной кривой, которая отражает динамическое состояние породной среды) из относительно неглубоких скважин. Мощности земной коры (глубина залегания границы Мохо) в слое ГКС отвечает мода расслоения M_5 (первая сверху). Номер моды n , как сказано выше, определяют по таблице (табл. 1).

Механизм тектонического расслоения можно уверенно применять в построении моделей многоцелевого назначения, например, для решения инженерно-геологических и прочих задач. К настоящему времени на Земле пробурено очень много скважин, где давно проведены всевозможные геофизические исследования, которые хранятся в архивах. Таким образом, эти данные можно легко использовать в моделировании тектонического расслоения. Беда в том, что расположены эти скважины крайне неравномерно: их много в хорошо освоенных промышленных районах и почти нет на новых, может быть весьма перспективных для поиска полезных ископаемых, площадях. Ниже предложен способ построения моделей тектонического расслоения на основе полевых наблюдений [Ильченко, 2021].

Хибинский щелочной массив, самый крупный в мире, расположен в центральной части Кольского полуострова, на контакте архейского и протерозойского комплексов. Это типичная интрузия центрального типа с зонально-концентрическим развитием горно-породных комплексов. В тектоническом плане — это ярко выраженная структура, образованная

«вложенными друг в друга» разномасштабными блоками [Иванюк и др., 1996]. В настоящее время Хибинский массив непрерывно воздымается со скоростью 1,0–1,5 мм / год относительно окружающих территорий, поставляя к поверхности блоки горных пород, не успевающие релаксировать [Кузьмин и др., 1994]. В районе действующих рудников этот процесс усугубляет изъятие вскрышных пород, из-за чего процессы разгрузки внутренних напряжений получили здесь широкое развитие в форме горных ударов и землетрясений силой до 3–4 баллов [Kremenetskaya et al., 1995] — эффект «тектонической самоорганизации» [Иванюк и др., 1996]. Несмотря на то что Хибинский массив хорошо изучен [Арзамасцев, Глазнев, 2004 и многие другие], о его ритмичном субгоризонтальном тектоническом расслоении нигде не упомянуто (по крайней мере в открытом доступе).

Материалы и методы

Предварительное изучение ряда обнажений (> 20) в южной части Хибинского массива показало, что субгоризонтальное ритмичное тектоническое расслоение приповерхностных горных пород здесь развито повсюду. Затем было выбрано три участка для проведения детальных работ (рис. 1) с измерениями длины «конечной» моды расслоения M_k .

Повсюду были установлены элементы расслоения с вариациями мощности от первых сотен и десятков метров до первых сантиметров: т. е. присутствуют сразу несколько мод расслоения: от $\approx M_{13}$ до $\approx M_{25}$ (рис. 2). Примерно для этого диапазона размеров мод ($M_{17}–M_{25}$) составлена табл. 1, рассчитанная по формуле $M_k = M_0 \cdot 2^{-n}$ от $M_0 = 1600$ км, что и было использовано для определения номера n каждой измеренной «конечной» моды M_k .

Измерения проведены с помощью стальной рулетки длиной $L = 2$ м натяжением её ленты поперёк системы трещин и подсчётом количества тектонических «границ» (слоёв) N в этом интервале. Деление мощности измеренного интервала L на количество границ даёт длину конечной моды M_n : ($M_n = L / N$). На каждом изученном участке в близко расположенных обнажениях сделано ≥ 15 замеров; из них вычислялось значение среднего арифметического для участка значение M_k . Номер моды n получался путём сравнения длины M_k с данными в столбцах табл. 1. По результатам измерений для каждого участка была вычислена мощность слоя ГКС = M_0 по формуле: $M_0 = M_k \cdot 2^n$, мощность земной коры (M_{3K}) по формуле: $M_{3K} = M_5 = M_0 \cdot 2^{-5}$ и средняя плотность пород $\rho_{\text{ср.}}$ по формуле: $\rho_{\text{ср.}} = \rho_{\text{л}} \cdot r_{\text{л}} / R_{\text{пр.}}$ вдоль $R_{\text{пр.}}$ (табл. 2). Данные о плотности и радиусе Луны ($\rho_{\text{л}} = 3,35$ г / см³ и $r_{\text{л}} = 1738$ км соответственно) взяты из [Ранцини, 2004].

Даже по трём точкам (табл. 2), хотя этого и крайне мало, уже можно сделать предварительный вывод о наличии тенденции к сокращению мощности земной коры под южной оконечностью Хибин в субширотном (З-В) направлении с соответственным сокращением в этом же направлении мощности слоя ГКС (M_0) и ростом $\rho_{\text{ср.}}$. По данным сейсмологии («кольский» участок профиля Quartz из [Павленкова, Павленкова, 2014]), мощность земной коры в районе Хибин — $M_{3K} \approx 45–50$ км, что подтверждает верность расчётов мощности интервалов тектонического расслоения по измеренным в обнажениях горных пород длинам «конечной» моды M_k .

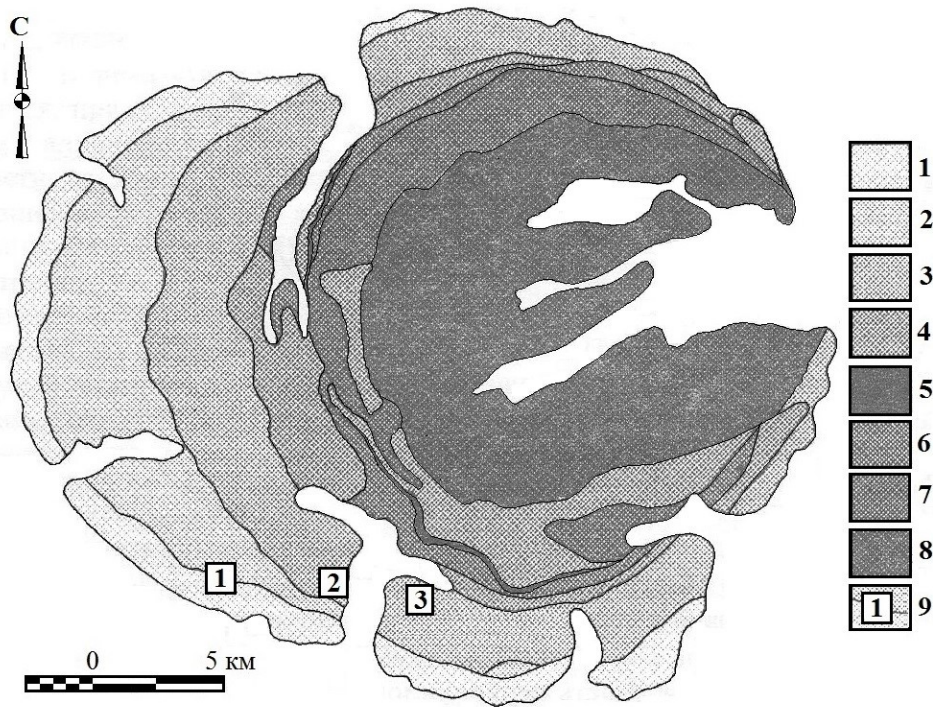


Рис. 1. Схема геологического строения Хибинского массива [Иванюк и др., 1996]:
 1 — фенитизированные гнейсы; 2 — массивные хибиниты; 3 — трахитоидные хибиниты; 4 — рихсчорриты; 5 — апатит-нефелиновые породы; 6 — ийолит-уртиты; 7 — среднезернистые нефелиновые сиениты; 8 — фойяиты; 9 — места измерения M_n

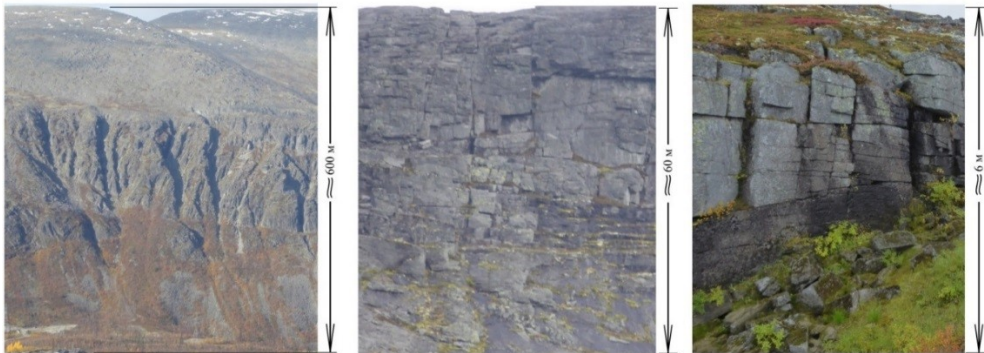


Рис. 2. Примеры разномасштабного тектонического расслоения пород в Хибинах

Таблица 1

Модельный расчёт расслоения для определения номера n «конечной» моды M_k

M_0 , км	M_{17} , м	M_{18} , м	M_{19} , м	M_{20} , м	M_{21} , см	M_{22} , см	M_{23} , см	M_{24} , см	M_{25} , см
1600	12,16	6,08	3,04	1,52	76	38	19	9,5	4,75

Таблица 2

Расчётные значения M_0 , M_{3K} и $\rho_{ср.}$ по длине M_k в точках 1–3

№ т. н.	M_n (см)	n	M_0 (км)	M_{3K} (км)	$\rho_{ср.}$ (г/см ³)
1	10	24	1677,72	52,12	3,47
2	39	22	1635,78	51,12	3,56
3	18	23	1509,95	47,18	3,86

Заключение

Установлено наличие ритмичного субгоризонтального тектонического расслоения приповерхностных пород в Хибинском массиве и выявлена прямая связь размера элемента расслоения M_k с мощностью земной коры и слоя ГКС, что в который раз подтвердило верность более ранних моделей, построенных по принципу ЭГМ в согласии с механизмом тектонического расслоения. Таким образом, размерность тектонического расслоения (если она хорошо проявлена) в обнажениях коренных горных пород можно вполне уверенно применять для вычисления длины конечной моды M_n и для построения рабочих геолого-геофизических моделей в полевых условиях, причём это работает не только в Хибинах, но и на любом геологическом объекте с хорошей обнажённостью пород в любой точке Земли (при отсутствии более высокотехнологичных методик и средств). Выявленная близость расчётных параметров лунной приливной волны с параметрами гравитационной волны в результате наблюдений на интерферометре LIGO указывает на «квантовую» природу принципа ЭГМ и требует проведения дополнительных исследований.

Список источников

- Авсюк Ю. Н.* Приливные силы и природные процессы. М.: ОИФЗ РАН, 1996. 188 с.
- Арзамасцев А. А., Глазнев В. Н.* Глубинное строение и модель формирования Хибинского и Ловозерского рудоносных комплексов по геолого-геофизическим данным // Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования / под ред. Д. В. Рундквиста. М.: ИГЕМ РАН, 2004. С. 345–359.
- Иванюк Г. Ю., Горяинов П. М., Егоров Д. Г.* Введение в нелинейную геологию (опыт адаптации теории структур к геологической практике). Апатиты: КНЦ РАН, 1996. 188 с.
- Ильченко В. Л.* Тектоностратиграфическая модель блока земной коры как колебательной системы (на примере Печенгского блока, Кольский полуостров) // Вестник Кольского НЦ РАН. 2012. № 1. С. 173–178.
- Ильченко В. Л.* Тектоностратиграфическое моделирование земной коры по данным геофизического исследования скважин на шельфе Баренцева моря // Вестник Кольского научного центра РАН. 2018. № 2 (10). С. 53–62.
- Ильченко В. Л.* Ритмичное тектоническое расслоение горных пород, как основа для построения моделей тектонического расслоения внешней оболочки Земли (на примере Хибинского массива, Балтийский щит) // Уральский геологический журнал. 2021. № 1 (139). С. 47–52. ISSN 2219-1208
- Кузьмин И. А., Кременецкая Е. О., Тряпцын В. М. и др.* Землетрясения в Хибинах в ноябре — декабре 1993 года. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1994. 9 с.

Павленкова Н. И., Павленкова Г. А. Строение земной коры и верхней мантии Северной Евразии по данным сейсмического профилирования с ядерными взрывами. М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2014. 192 с.

Понятов А. Открытие, которого ждали сто лет // Наука и жизнь. 2017. № 11. С. 8–12.

Пуцаровский Д. Ю., Пуцаровский Ю. М. Состав и строение мантии Земли // Соросовский Образовательный Журнал. 1998. № 11. С. 111–119.

Ранцини Ж. Космос. Сверхновый атлас Вселенной / пер. с англ. Г. Семенов. М.: Изд-во Эксмо, 2004. 216 с., ил.

Яблоков А. В. «ЧУДИЩЕ ОБЛО, ОЗОРНО, ОГРОМНО, СТОЗЁВНО И ЛАЙЯ...» Рассказ эколога об атомной индустрии. Иркутск: «Байкальская Экологическая Волна», 2009. 128 с.: ил.

Kremenetskaya E. O., Ringdal F., Kuzmin I. A., Asming V. E. Seismological aspects of mining activity in Khibini. A brief overview. Preprint of the Kola Regional Seismological Centre of the RAS. Apatity, 1995. 23 p.

References

Arzamastsev A. A., Glaznev V. N. Glubinnoye stroyeniye i model' formirovaniya Khibinskogo i Lovozerskogo rudonosnykh kompleksov po geologo-geofizicheskim dannym // Krupnyye i superkrupnyye mestorozhdeniya: zakonomernosti razmeshcheniya i usloviya obrazovaniya (Deep structure and model of the formation of the Khibiny and Lovozersky ore-bearing complexes according to geological and geophysical data // Large and super-large deposits: distribution patterns and conditions of formation) / pod red. D. V. Rundkvista. M.: IGEM RAN, 2004. S. 345–359.

Avsyuk Yu. N. Prilivnyye sily i prirodnyye protsessy. M.: OIFZ RAN, 1996. 188 s.

Il'chenko V. L. Korovo-mantiynaya obolochka Zemli kak gravitatsionno-volnovoy interferometr // Dvadsataya mezhdunarodnaya konferentsiya "Fiziko-khimicheskiye i petrofizicheskiye issledovaniya v naukakh o Zemle" (Moskva, 23–25 sentyabrya 2019 g., Borok, 27 sentyabrya 2019 g.) / Red. Ye. B. Lebedev, S. V. Anisimov i dr. M., 2019. S. 118–121. ISBN 978-5-88918-056-2

Il'chenko V. L. Ritmichnoye tektonicheskoye rassloyeniye gornykh porod, kak osnova dlya postroyeniya modeley tektonicheskogo rassloyeniya vneshney obolochki Zemli (na primere Khibinskogo massiva, Baltiyskiy shchit) // Ural'skiy geologicheskii zhurnal. 2021. № 1 (139). S. 47–52. ISSN 2219-1208.

Il'chenko V. L. Tektonostratigraficheskaya model' bloka zemnoy kory kak kolebatel'noy sistemy (na primere Pechenskogo bloka, Kol'skiy poluostrov) // Vestnik Kol'skogo nauchnogo tcentra RAN. 2012. № 1. S. 173–178.

Il'chenko V. L. Tektonostratigraficheskoye modelirovaniye zemnoy kory po dannym geofizicheskogo issledovaniya skvazhin na shel'fe Barentseva morya // Vestnik Kol'skogo nauchnogo tcentra RAN. 2018. № 2 (10). S. 53–62.

Ivanyuk G. Yu., Goryainov P. M., Yegorov D. G. Vvedeniye v nelineynuyu geologiyu (opyt adaptatsii teorii struktur k geologicheskoy praktike) (Introduction to nonlinear geology (experience of adapting the theory of structures to geological practice)). Apatity: KNTS RAN, 1996. 188 s.

Kuz'min I. A., Kremenetskaya Ye. O., Tryapitsyn V. M. i dr. Zemletryaseniya v Khibinakh v noyabre-dekobre 1993 goda (Earthquakes in the Khibiny in November — December 1993). Apatity: Izd. KNTS RAN, 1994. 9 s.

Pavlenkova N. I., Pavlenkova G. A. Stroyeniye zemnoy kory i verkhney mantii Severnoy Yevrazii po dannym seysmicheskogo profilirovaniya s yadernymi vzryvami (The structure of the Earth's crust and upper mantle in Northern Eurasia according to seismic profiling with nuclear explosions). M.: GEOKART: GEOS, 2014. 192 s.

Ponyatov A. Otkrytiye, kotorogo zhdali sto let // *Nauka i zhizn'*. 2017. № 11. S. 8–12.

Pushcharovskiy D. Yu., Pushcharovskiy Yu. M. Sostav i stroyeniye mantii Zemli // *Sorosovskiy Obrazovatel'nyy Zhurnal*. 1998. № 11. S. 111–119.

Rantsini Zh. Kosmos. Sverkhnovyy atlas Vselennoy (Supernova Atlas of the Universe) / per. s angl. G. Semenovoy. M.: Izd-vo Eksmo, 2004. 216 s., il.

Yablokov A. V. «CHUDISHCHE OBLO, OZORNO, OGROMNO, STOZOVNO I LAYYA...» Rasskaz ekologa ob atomnoy industrii. Irkutsk: «Baykal'skaya Ekologicheskaya Volna», 2009. 128 s.: il.

Статья поступила в редакцию 14.03.2021; одобрена после рецензирования 18.07.2021; принята к публикации 15.12.2021.

The article was submitted 14.03.2021; approved after reviewing 18.07.2021; accepted for publication 15.12.2021.

